

SAM e-Rapport

Seksjon for Anvendt Miljøforskning – Marin
Uni Miljø



e-rapport: Endring nr. 1 til 38 – 2014

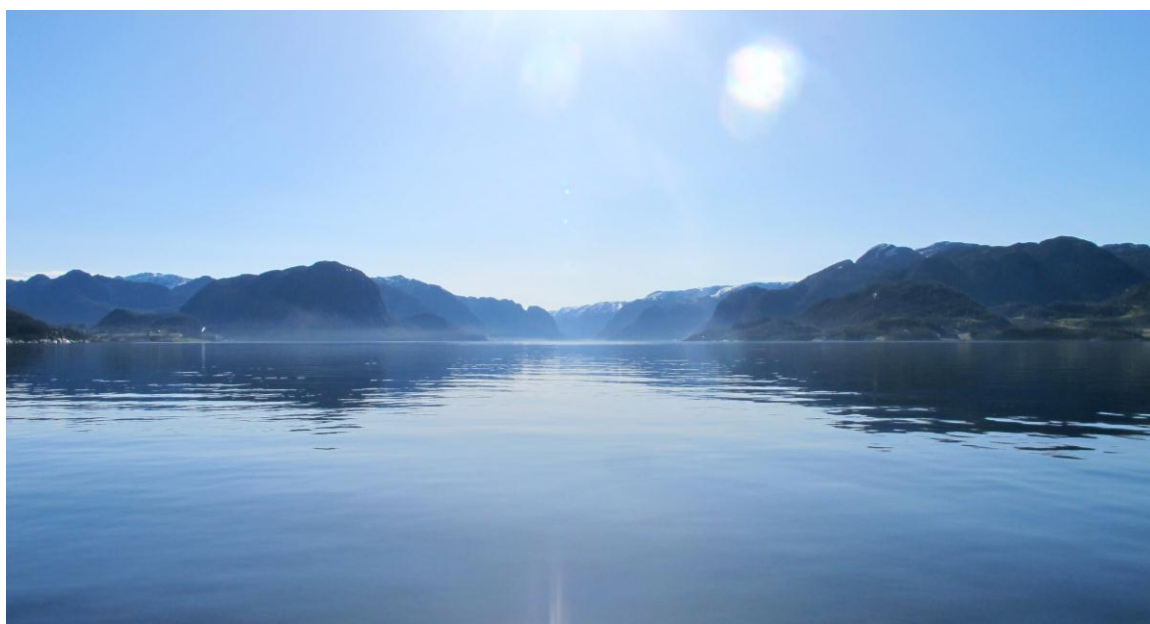
MOM C-undersøkelse fra lokalitet Ådnøy i Sandnes kommune, 2014

Einar Bye-Ingebrigtsen

Torben Lode

Øydis Alme

Thomas Dahlgren



ID: 10729 Versjonsnr: 003

**Vedlegg SF-SAM-505
Endringsrapport****Uni Miljø - Sam Marin**

Ansvarsområde: Sam Marin / Rapportering / Rapportering /
Dok. kategori: Vedlegg **Sist endret:** 16.10.2014 (Silje Hadler-Jacobsen)
Siste revisjon: Ikke satt **Neste revisjon:** Ikke satt
Godkjent: GODKJENT 16.10.2014 (Silje Hadler-Jacobsen)



SAM-marin
 (Seksjon for anvendt miljøforskning, marin del.)

Thormøhlensgate 55, 5008 Bergen
 Telefon: 55 58 44 05 Mail: sam-marin@uni.no

**ENDRINGSRAPPORT**



Rapportens navn: Endring nr. 1 til 38-2014 MOM C-undersøkelse fra lokalitet Ådnøy i Sandnes kommune, 2014	
Prosjekt nr.: 808102	
Oppdragsgiver (navn og adresse): Alsaker Fjordbruk AS	
Prøvetakingssted (område): Høgsfjorden, Sandnes kommune, Rogaland	
Dato for prøvetaking: 27. mars 2014	
Ansvarlig for prøvetaking (firma): Uni Research, SAM-Marin	
Avvik/endringer til opprinnelig rapport:	
<p>Det er oppdaget en feil i Figur 2.3 som viser bunntopografisk oversikt over området for prøvetakingen. Dette kartet viser en kraftig forhøyning som i ettertid er funnet å være en målefeil i Olexkartet. Endringen for rapporten går på at en setning som omtaler denne forhøyningen er fjernet, samt at Figur 2.3 er erstattet av ny Figur 2.3_{endret}.</p> <p>Endringen påvirker ikke endelige resultat og konklusjoner i rapporten.</p> <p>Utførte endringer: Avsnitt 2.1 Undersøkelsesområdet – fjernet en setning som sa: «Et bunntopografisk oversiktsbilde viser en kraftig forhøyning like sør-øst for anlegget (Figur 2.3).»</p> <p>Den opprinnelige Figur 2.3 i rapporten utgår og erstattes av Figur 2.3_{endret}</p> <p>Det er også oppdaget en liten skrivefeil i avsnitt 3.3 Kjemi, 3.3.1 Sedimentanalyser: «Nivåer mellom 1000 og 5000 m/ kg TS anses som moderate...» Det skal her stå: «Nivåer mellom 1000 og 5000 mg/ kg TS anses som moderate...»</p>	
Dato: 16/10-14	Signatur: <i>Torben Løde</i>

ID: 10723 Versjonsnr: 004

**Vedlegg SF-SAM-506 Utforming av
sammendrag SAM e-rapport**

Uni Miljø - Sam Marin



Ansvarsområde: Sam Marin / Rapportering / Rapportering /
Dok. kategori: Vedlegg **Sist endret:** 04.07.2014 (Øydis Alme)
Siste revisjon: Ikke satt **Neste revisjon:** Ikke satt
Godkjent: GODKJENT 04.07.2014 (Øydis Alme)

	SAM-Marin	
SAM-Marin Thormøhlensgt. 55, 5008 Bergen, Norway Tlf: 55 58 43 41 Fax 55 58 45 25		Internet: www.uni.no E-post: Sam-marin@uni.no Foretaksreg. nr. 985 827 117 MVA

Rapportens tittel: Endring nr. 1 til 38-2014 MOM C-undersøkelse fra lokalitet Ådnøy i Sandnes kommune, 2014	Dato: 10.10.2014
	Antall sider og bilag: 47
Forfatter(e): Einar Bye-Ingebrigtsen, Torben Lode, Øydis Alme, Thomas Dahlgren	Prosjektleder: Trond E. Isaksen
	Prosjektnummer: 808102
Oppdragsgiver: Alsaker Fjordbruk AS	Tilgjengelighet: Åpen

Abstract: A recipient survey was carried out to assess the environmental conditions at the planned new location of the aquaculture facility Ådnøy and the surrounding environment. In general conditions were very good. However the TOC levels at all the three examined stations were elevated (moderate to poor conditions), in addition the phosphorous levels were slightly elevated at all three stations. Possible sources of TOC and phosphorus could be agriculture, aquaculture and public waste water, in addition to natural variations dependent on climatic conditions.

Keywords: Marine, environment, MOM C, survey, recipient	Emneord: Marin, miljø, MOM C, undersøkelse, resipient	ISSN NR.: 1890-5153 SAM e-Rapport nr. Endring nr. 1 til 38-2014
---	---	--

Ansvarlig for:	Dato	Signatur
Faglige vurderinger og fortolkninger:	2014-10-15	
Prosjektet / undersøkelsen:	15/10-14	

ID: 10723 Versjonsnr: 004

Uni Miljø - Sam Marin

Vedlegg SF-SAM-506 Utforming av sammendrag SAM e-rapport

Ansvarsområde: Sam Marin / Rapportering / Rapportering /
Dok. kategori: Vedlegg **Sist endret:** 04.07.2014 (Øydis Alme)
Siste revisjon: Ikke satt **Neste revisjon:** Ikke satt
Godkjent: GODKJENT 04.07.2014 (Øydis Alme)

SAM-Marin er en del av Uni Research AS, og er akkreditert av Norsk Akkreditering for prøvetaking, taksonomisk analyse og faglige vurdering og fortolkninger under akkrediteringsnummer Test 157.

Følgende er utført akkreditert:

Prøvetaking til sediment analyser, samlet av: Torben Lode og Linda Bjelland Pedersen

Litoralundersøkelse utført av: -

Sortering av sediment utført av: Ingrida Petrauskaite, Nargis Islam, Hanna Molden, Ina Birkeland, Maria Knoph

Identifikasjon av marin fauna utført av: Tom Alvestad, Lenka Nealova, Per Johannessen

Faglige vurderinger og fortolkninger utført av: Thomas Dahlgren

Ikke akkreditert:

-

LEVERANDØRER

Toktfartøy: Scallop (Kvitsøy Sjøtjenester AS)

Kjemiske analyser utført av: Eurofins AS akkrediteringsnummer TEST 003

Akkreditert: sink, fosfor, kobber, TOC, totalt tørrstoff

Ikke akkreditert: -

Geologiske analyser utført av: Molab AS akkrediteringsnummer TEST 032

Akkreditert: TOM, kornfordeling

Ikke akkreditert: -

Andre: -

INNHOLD

1 INNLEDNING	6
2 MATERIALE OG METODER	7
2.1 Undersøkelsesområdet.....	7
2.2 Innsamling, opparbeiding og metoder	7
2.2. Hydrografiske målinger	9
2.3 Bløtbunnundersøkelse – Prøvetaking og analyser	10
2.4 Produksjonsdata fra anlegget	15
3 RESULTATER OG DISKUSJON	16
3.1 Hydrografi	16
3.2 Sediment.....	17
3.3 Kjemi.....	19
3.4 Bunndyr	20
4 SAMMENDRAG OG KONKLUSJON	25
5 TAKK	26
6 LITTERATUR	27
7 VEDLEGG	28

1 INNLEDNING

Alsaker Fjordbruk AS har søkt om flytting og utvidelse av den gamle lokaliteten Ådnøy. Rapporten presenterer resultatene fra en marinbiologisk miljøundersøkelse fra den planlagte nye plasseringa til lokaliteten Ådnøy (lokalitetsnr. 11934) i Høgsfjorden, Sandnes kommune. Innsamlingene ble gjennomført 27. mars 2014.

Selskapet har to til dels små og grunne lokaliteter i samme fjord (Aspø Nv og Aspøy Ø), disse har det vært vanskelig å satse på og samtidig få aksept for en bærekraftig næring. Selskapet vil helst legge ned disse to lokalitetene og heller satse på en utvidelse av Ådnøy på den planlagte nye plasseringen.

Formålet med denne resipientundersøkelsen var å studere miljøforholdene i sjøområdet under og i nærområdet til den planlagte nye plasseringa til lokaliteten Ådnøy. Med resipient menes her et sjøområde som vil motta utslipp fra det oppdrettsanlegget. Resipientundersøkelsen skal gi tilstandsbeskrivelse av miljøforholdene, og vil være referansemateriale for senere undersøkelser.

De marine miljøforholdene beskrives på grunnlag av vann- (hydrografi) og bunnprøver (sediment, bunnfauna og kjemi). Resultatene vurderes opp mot Miljødirektoratet tilstandsklassifisering av miljøkvalitet TA-1467/1997 (SFT, 1997) og TA-2229/2007 (SFT, 2008), Direktoratets gruppa Vanndirektivets indekser (Veileder 02:2013) og mot C-delen av MOM-standarden (NS 9410:2007).

Undersøkelsen er utført av Uni Research Miljø, seksjon for anvendt miljøforskning – marin del (SAM-Marin) på oppdrag fra Alsaker Fjordbruk. SAM-Marin har foretatt marine miljøundersøkelser siden 1970 og gjennomfører marine miljøundersøkelser og miljøovervåkning på oppdrag fra blant annet kommuner, oljeselskap, bedrifter og oppdrettere. SAM-Marin er akkreditert av Norsk Akkreditering for prøvetaking, taksonomisk analyse, faglige vurderinger og fortolkninger under akkrediteringsnummer TEST 157.

2 MATERIALE OG METODER

2.1 Undersøkellesområdet

Området for den planlagte nye plasseringa til lokaliteten Ådnøy ligger på sørsiden av Høgsfjorden, rett sør-øst for øya Ådnøy ved Høle, Sandnes kommune (Figur 2.1). Området under den planlagte nye plasseringa til lokaliteten går fra 80 meter dybde og ned til omlag 190 meter dybde. Fra den dypeste delen av anlegget og inn mot midten av Høgsfjorden på 200 meters dybde er det svært flatt (Figur 2.2 og 2.3). Plasseringa av prøvetakingsstasjonene er gjort i samarbeid med Fylkesmannen i Rogaland (v/ Stig Sandring).

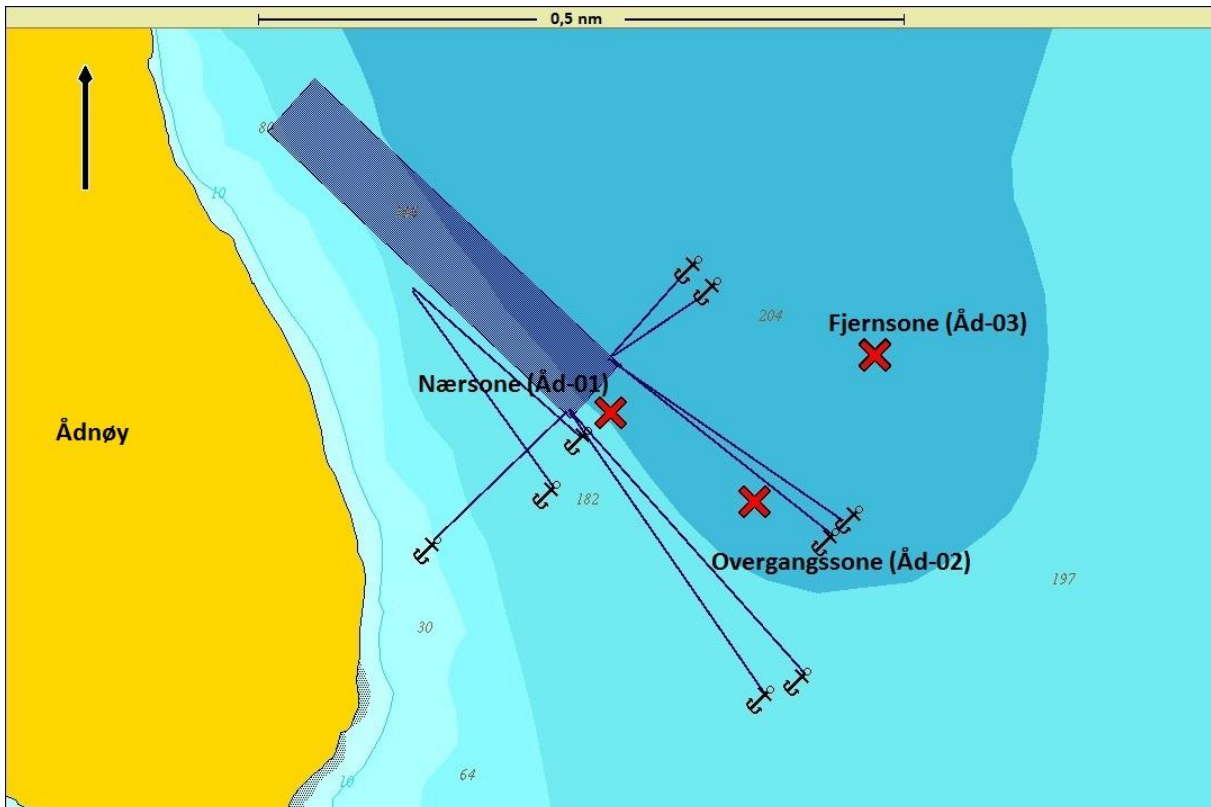
2.2 Innsamling, opparbeiding og metoder

Prøveinnsamlingene ble gjort 27. mars 2014. Det ble tatt prøver fra en stasjon like ved området for den planlagte nye plasseringa til anlegget, en i overgangssonen og en i dypet av fjorden. Innsamlingen ble gjennomført av Torben Lode og Linda B. Pedersen fra SAM-Marin. Scallop (Kvitsøy Sjøtjenester AS) ble benyttet som toktfartøy.

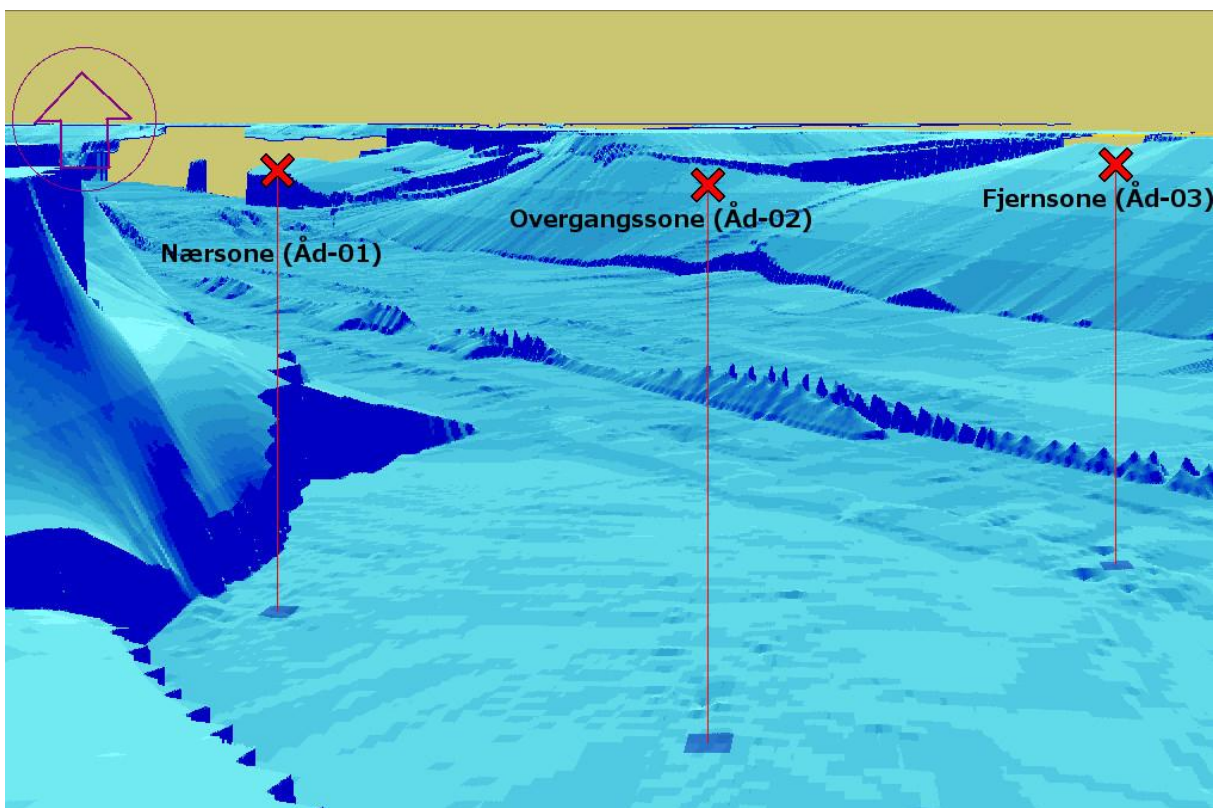
Det ble tatt vannprøver for hydrografi ved stasjonen i fjernsonen (Åd-03). Detaljerte opplysninger om stasjonene er gitt i Tabell 2.1.



Figur 2.1: Oversiktskart over fjordsystemet utenfor Stavanger. Firkant viser kartutsnittet for undersøkelsesområdet ved Ådnøy. Kart kilde: Fiskeridirektoratet.



Figur 2.2: Utsnitt av planlagt anleggsområdet ved Ådnøy med referansestasjon i dypet og stasjoner ved anlegget. Eksakt plassering av stasjonene er gitt i Tabell 2.1. Kartkilde: Olex



Figur 2.3_{endret}: Bunntopografisk oversikt av området ved og under den planlagte nye plasseringa til lokaliteten Ådnøy med punkt for prøvestasjonerstasjoner tegnet inn. Eksakt plassering av stasjoner er gitt i Tabell 2.1. Kart kilde: Olex.

Tabell 2.1: Stasjonsopplysninger for grabbprøver innsamlet ved lokaliteten Ådnøy i Høgsfjorden, Sandnes kommune. Posisjonering ved hjelp av GPS (WGS-84). Dybder innhentet vha. fartøyets ekkolodd (Scallop, Kvitsøy Sjøtjenester AS). Det ble benyttet en van Veen grabb med grabbåpning på 0,1 m² til biologiprøver, og en to-delt van Veen «duograb» med grabbåpning på 0,1 m² til biologiprøver (hovedkammer) og et mindre det kammer til kjemi- og geologiprøver. For kjemi- og geologiprøvetaking brukes Ekmangrab der annet utstyr ikke klarer å hente opp uforstyrret sedimentoverflater. NS-EN ISO 16665:2013 stiller som krav ved prøvetaking av biologi et sedimentvolum på minst 5 liter ved faste sedimenter og minst 10 liter ved løse sedimenter. Ved prøvetaking av kjemiske og geologiske parametere skal iht. NS-EN ISO 5667-19:2005 sedimentets overflate være uforstyrret.

Stasjon Dato	Sted Posisjon (WGS-84)	Dyp (m)	Hugg- nummer	Prøve- volum (l)	Andre opplysninger
Nærsone Åd-01 27.03.2014	58° 54.744'N 06° 01.964'Ø	194	1	16,5	Biologi, van Veen
			2	OK	Kjemi, Ekman
			3	OK	Geologi, MOM skjema (B1/B2), Ekman
			4	16,5	Biologi, van Veen
Overgangs- sone Åd-02 27.03.2014	58° 54.674'N 06° 02.181'Ø	194	1	21	Biologi, duo
			2	OK	Kjemi, Ekman
			3	OK	Geologi, MOM skjema (B1/B2), Ekman
			4	16,5	Biologi, van Veen
Fjernsone Åd-03 27.03.2014	58° 54.788'N 06° 02.361'Ø	197	1	16,5	Biologi, van Veen
			2	OK	Kjemi, Ekman
			3	16,5	Biologi, van Veen
			4	OK	Geologi, MOM skjema (B1/B2), Ekman Hydrografimålinger

2.2. Hydrografiske målinger

Oksygeninnholdet i vannmassene er helt avgjørende for de fleste former for liv i sjøen. I åpne områder med god vannutskiftning og sirkulasjon er oksygenforholdene oftest tilfredsstillende. Stor tilførsel av organisk materiale kan imidlertid føre til at oksygeninnholdet i vannet blir lavt fordi oksygen forbrukes ved nedbrytning av organisk materiale. Terskler og trange sund kan føre til dårlig vannutskiftning, og dermed redusert tilførsel av nytt oksygenrikt vann. Hydrogensulfid (H₂S), som er giftig, kan dannes og føre til at dyrelivet dør ut. Er vannet mettet med oksygen vil metningen være 100 %. Vann kan også være overmettet med oksygen, det vil si over 100 %. Oksygeninnholdet i oksygenmettet vann varierer med temperatur og saltholdighet.

Måling av temperatur, saltholdighet, oksygen og oksygenmetning i vannsøylen ble utført med en STD/CTD-sonde av typen SD204 med påmontert oksygensensor. For å hente ut og analysere data ble den tilhørende programvaren Minisoft SD200w (versjon 3.17.11.164) benyttet.

Temperatur, saltholdighet og oksygeninnhold ble målt samtidig med innsamling av bløtbunnsprøver i henhold til NS 9410:2007.

2.3 Bløtbunnundersøkelse – Prøvetaking og analyser

Bløtbunnundersøkelsene omfatter sedimentprøver for analyse av geologi, kjemi og bunndyr (biologi). Prøvetakingen er utført akkreditert i samsvar med standard NS-EN ISO 16665:2013 *Retningslinjer for kvantitativ prøvetaking og prøvebehandling av marin bløtbunnsfauna* og ISO 5667-19:2004 *Veileder i sedimentprøvetaking i marine områder*.

Bunnprøver for geologiske, kjemiske og biologiske sedimentanalyser samles inn ved bruk av van Veen-grabb med justerbare vekter. To typer van Veen-grabber ble benyttet, en grabb med åpning på 0,1 m² og maks volum 16,5 liter («Danske-grabb»; KC Denmark AS mod. 12.210 modifisert med 0,5 mm perforerte silplater i inspeksjonslukene) og en modifisert van Veen grabb (0,15 m² åpning og 0,5 mm perforerte silplater i inspeksjonslukene) som tar biologi-, kjemi- og geologiprøver i same hugg («duograb», utviklet av Det Norske Veritas). Biologi-kammeret tilsvarer prøveareal på 0,1 m², mens det minste kammeret har prøveareal på 0,05 m² som er tilstrekkelig for geologi- og kjemiprøver. I tilfeller hvor det var vanskelig å samle inn sediment uten å forstyrre overflaten, ble en Ekmangrabb (KC Denmark AS, mod. 12.002) benyttet til å samle inn sediment til geologi- og kjemianalyser.

Grabben er et kvantitativt redskap (redskap som samler mengde eller antall organismer per areal- eller volumenhet) som tar prøver av et fast areal av bløtbunn, i dette tilfellet 0,1 m². Miljøtilstand basert på makrofauna vurderes på grunnlag av artsantallet og artssammensetningen i et prøveareal på 0,2 m² (NS 9410:2007). For å oppnå et prøveareal på 0,2 m² ble det tatt to grabbprøver på samme posisjon fra hver stasjon.

Hvor dypt grabben graver ned i sedimentet avhenger av konsistensen til sedimentet og av vekt til grabben. For å få et mål på hvor langt ned i sedimentet grabben tar prøve blir sedimentnivået av hver grabbprøve målt. Hoveddelen av gravende dyr oppholder seg i de øverste 5-10 cm av sedimentet. Det er derfor ønskelig at en prøve blir tatt ned til 5 cm i sedimentet, det vil si at grabben må inneholde minst 5 liter sediment for at prøven kan godkjennes for biologiske analyser (NS-EN ISO 16665:2013). Prøver med mindre prøvevolum kan imidlertid være tilstrekkelig for å gi en god beskrivelse av miljøforholdene.

Alle huggprøver er kontrollert med hensyn til sedimentmengde, sedimenttype (fast eller løs konsistens, innhold av skjellsand, stein, grus o.a.) og farge. Grabb-hugg som inneholder tilfredsstillende sedimentmengde med uforstyrret sedimentoverflate regnes som godkjente prøver for geologi, kjemi og biologi analyser i henhold til akkrediteringskravene. Det er særlig viktig at øvre sedimentlag i grabbprøver som skal brukes til geologi- og kjemianalyser er uforstyrret (ISO 5667-19:2004). I områder med særlig myk bunn (f.eks. mudder) kan det være vanskelig å få prøver med uforstyrret overflate siden grabben ofte blir fylt helt opp med sediment. I slike tilfeller kan det brukes en Ekmangrabb for innsamling av prøver til geologi- og kjemi analyser.

Bearbeiding av prøver og analysering av bløtbunnsparameterne (geologi, kjemi og biologi) er beskrevet under.

2.3.1 Sediment (geologi)

Det er samlet sedimentprøver fra hver stasjon i det undersøkte området til analyse av totalt organisk materiale (% glødetap, TOM) og analyse av kornfordeling.

Partikkelstørrelsen i sedimentet forteller noe om strømforholdene like over bunnen. I områder med sterk strøm vil finere partikler bli ført bort og kun grovere partikler vil bli liggende igjen. Dette gjenspeiles i kornfordelingskurven, som da vil vise at hoveddelen av partiklene i sedimentet tilhører den grove delen av størrelsesspekteret. I områder med lite strøm vil finere partikler synke til bunns og avsettes i sedimentet. Klassifisering av ulike sedimentfraksjoner basert på partikkelstørrelse som oppgitt i NS-EN ISO 16665:2013 er vist i Tabell 2.2 under.

Tabell 2.2: Klassifisering av kornstørrelse i sediment (NS-EN ISO 16665:2013).

Silt / leire	Svært fin sand	Fin sand	Medium sand	Grov sand	Svært grov sand	Grus
< 63 µm	63-125 µm	125-250 µm	250-500 µm	500 µm - 1 mm	1 - 2 mm	> 2 mm

Organisk innhold i sediment blir målt som prosent glødetap i samsvar med NS 4764-1980. I beregningen er dette differansen til vekt av tørket prøve (vannfri prøve) og vekt av prøven etter brenning ved 550 °C (aske). Organisk innhold i sediment samsvarer ofte med kornstørrelse, der finpartikulært sediment ofte har høyere innhold av organisk materiale sammenlignet med grovt sediment. I områder med svake strømforhold og akkumulering av finere partikler kan slikt sediment ofte være oksygenfattig like under sediment-overflaten. Under slike forhold kan sedimentet ha en råttent lukt av hydrogensulfid (H₂S). Dette vil være særlig fremtredende i områder med stor organisk tilførsel og/eller dersom bunnvannet i området inneholder lite oksygen.

Prøvetakingen og analyse er utført etter gjeldende standarder ISO 5667-19:2004 og NS 4764. Kornfordeling og organisk innhold (% glødetap, total organisk materiale) er analysert akkreditert av Molab AS. Molab AS har et kvalitetssikringssystem som tilfredsstillende NS-EN ISO-17025 og er akkreditert for analyse av total organisk materiale og kornfordeling med akkrediterings nr. TEST 032.

Resultat av kornfordelingen til sedimentprøvene er presentert i kurveform, der partikkelstørrelse fremstilles langs x-aksen og den prosentvise vektandelen (kumulativt) langs y-aksen. Kumulativ vektprosent betyr at vekten av partikler med ulike kornstørrelse blir summert inntil alle partiklene i prøven er tatt med, det vil si 100 %.

2.3.2 Kjemi (metaller, organiske stoffer, pH/Eh)

Det er tatt ut prøve fra ett hugg fra hver stasjon til analyse av kjemiske parametere. Prøvetaking utføres i henhold til NS-EN ISO 5667-19.

Miljøgifter i sediment er hovedsakelig knyttet til finstoff (leire, silt) og organisk materiale. Det ble tatt prøver til kjemisk analyse fra alle bløtbunnstasjonene med bruk av metoder i samsvar med Miljødirektoratets veileder TA-2229/2007 (SFT, 2008). Prøvene ble sendt til Eurofins Norsk Miljøanalyse AS (akkrediteringsnummer TEST 003) for kjemiske analyser.

Analysene av fosfor (P), sink (Zn) og kobber (Cu) er utført etter NS-EN-ISO 17294-2. Analysene av totalt organisk karbon (TOC) er utført etter NS-EN 13137 og beregning av normalisert TOC i henhold til TA-1467/1997 (SFT, 1997). For klassifisering av totalt organisk karbon i sedimentprøver, må konsentrasjoner av TOC i sediment standardiseres for andel finstoff (F) med bruk av formelen:

$$\text{Normalisert TOC} = \text{målt TOC} + 18 \times (1-F)$$

Det er de normaliserte verdiene som brukes i tilstandsklassifiseringen av TOC med bruk av grenseverdier som oppgitt i Tabell 2.4. Innholdet av tørrstoff er analysert etter NS-EN 14346.

Tilstandsklasser gis for de målte parameterne som inngår i Miljødirektoratets veiledere TA-1467/1997 (SFT, 1997) og TA 2229/2007 (SFT, 2008) (Tabell 2.4).

Surhetsgrad (pH) og redokspotensialet (Eh) i sedimentprøvene ble målt med to portable SevenGo™ pH/Eh metere (Mettler Toledo). Redokspotensialet ble målt med Ag/AgCl-redokselektrode (InLab Redox) fylt med 3M KCl løsning. Miljøtilstand basert på disse målingene er beregnet på samme måte som i MOM B-undersøkelser i henhold til skjema B1 (NS 9410:2007).

2.3.3 Bunndyr

Bunndyr eller bløtbunnsfauna i denne undersøkningen skal forstås som virvelløse dyr større enn 1 mm som lever på- eller i overflatesediment (gravende dyr). Vanlige dyregrupper i denne sammenheng er børstemark, muslinger, snegler, krepsdyr og pigghuder.

Artssammensetningen i bunnprøver gir viktige opplysninger om hvordan miljøforholdene er i et område. Miljøforholdene i bunnen og i vannmassene over bunnen gjenspeiler seg i bunnfaunaen. De fleste bløtbunns-artene er flerårige og relativt lite mobile, og kan dermed reflektere langtidseffekter fra miljøpåvirkning. Miljøforholdene er avgjørende for hvilke arter som forekommer og fordelingen av antall individer per art i et bunndyrssamfunn. I et uforurenset område vil det vanligvis være forholdsvis mange arter, og det vil være relativt jevn fordeling av individer blant artene. Flertallet av artene vil oftest forekomme med et moderat antall individer. I bunndyrsprøver fra uforurensete områder vil det ofte være minst 20-30 arter i en grabbprøve, men det er ikke uvanlig å finne over 50 arter. Naturlig variasjon mellom ulike områder gjør det vanskelig å anslå et "forventet" artsantall. Dersom det er dårlige miljøforhold vil det være få eller ingen arter tilstede i sedimentet.

Metoder som omfatter innsamling av bløtbunnsprøver, opparbeidelse av prøvene, artsbestemmelse og databehandling er utført i samsvar med standard NS-EN ISO 16665:2013. For innsamling av bunndyrsprøver er det brukt van Veen grabb (som beskrevet innledningsvis i dette kapitlet). Grabbinnholdet vaskes gjennom to sikter, der den første sikten har hull diameter 5 mm og den andre 1 mm (Hovgaard, 1973). Prøvene ansees som kvantitative for dyr som er større enn 1 mm. Prøvene fikseres med 20 % boraks-bufret formalin (8 % formaldehyd løsning) tilsatt bengalrosa i felt. I laboratoriet skylles prøvene på nytt i en 1 mm sikt, før dyrene sorteres ut fra sediment-restene og overføres til egnet konserveringsmiddel for oppbevaring. Så langt det lar seg gjøre bestemmes dyr til art. Bunndyrsmaterialet oppbevares i SAM-Marin sine lokaler ved Høyteknologisenteret i Bergen i 5 år.

Opparbeiding av det biologiske materialet er utført i samsvar med SAM-Marin sin akkreditering for denne type arbeid (akkrediteringsnummer TEST 157). Artslisten omfatter det fullstendige materialet (Vedleggstabell 2). Kun dyr som lever nedgravd i sedimentet eller er sterkt tilknyttet bunnen er tatt med i bunndyrsanalysene. Planktoniske organismer som ble fanget av den åpne grabben på vei ned og krepsdyr som lever fritt på bunnen er inkludert i artslisten, men utelatt fra analysene.

I vedleggsdelen presenteres en kort omtale av metodene benyttet for analyse av det innsamlede bunndyrsmaterialet. På grunnlag av bunndyrfaunaen som identifiseres kan artene inndeles i geometriske klasser. Antall arter i hver geometrisk klasse kan plottes i figurer der kurveforløpet viser faunastrukturen. Kurveforløpet kan brukes til å vurdere miljøtilstanden i et område. Det er ikke nødvendig for leseren å ha full forståelse av metodene som er brukt i rapporten for å kunne vurdere resultatet av undersøkelsen.

Direktoratsgruppa Vanndirektivet har gitt retningslinjer for klassifisering av miljøkvalitet og tilstand i marine områder (Veileder 02:2013). Denne veilederen erstatter Veileder 01:2009 (Direktoratsgruppa Vanndirektivet, 2009) og på sikt SFT-veilederne TA-1467/1997 (SFT, 1997) og TA-2229/2007 (SFT, 2008). Ved bruk av bunndyr for klassifisering i henhold til Veileder 02:2013 benyttes Shannon-Wiener diversitetsindeks (H'), Hurlberts diversitetsindeks (E_{S100}), sammensatt diversitet/ømfintlighetsindeks NQI1, ømfintlighetsindeksene NSI, ISI₂₀₁₂ og AMBI (komponent i NQI1), samt indeks for individtetthet DI. Inndeling i tilstandsklasser for indeksene er gjort på bakgrunn av Veileder 02:2013 (Tabell 2.4). Indeksverdiene blir omregnet til nEQR-verdier (normalised ecological quality ratio) med en tallverdi mellom 0 og 1. Denne omregningen gjør at tallverdiene fra de forskjellige indeksene kan sammenliknes (se Generell vedleggsdel – Analyse av bunndyr).

Tilstandsklassen til stasjonen blir bestemt av snittet av de enkelte indeksenes nEQR-verdier, tilstandsverdien sier noe om både hvilken tilstandsklasse stasjonen hører til og hvor høyt eller evt. lavt stasjonen er plassert i denne klassen (Tabell 2.3). Helt opp til anleggene og i overgangssonen er det utarbeidet en egen standard (MOM) for beregning av miljøtilstanden (NS 9410:2007) (Tabell 2.5).

Tabell 2.3: Klassegrenser for nEQR i henhold Veileder 02:2013.

Tilstandsklasse	Basisverdi (nedre grenseverdi)
Klasse 1 (Svært god)	0,8
Klasse 2 (God)	0,6
Klasse 3 (Moderat)	0,4
Klasse 4 (Dårlig)	0,2
Klasse 5 (Svært dårlig)	0,0

Tabell 2.4: Klassifisering av de undersøkte parameterne som inngår i TA-1467/1997, TA 2229/2007 og Veileder 02:2013. Organisk karbon er total organisk karbon korrigert for finfraksjonen i sedimentet.

	Parameter	Veileder	Måleenhet	Tilstandsklasser				
				I Bakgrunn/ Svært god	II God	III Moderat	IV Dårlig	V Svært dårlig
Dypvann	Oksygen *	TA-1467	ml O ₂ / l	>4,5	4,5-3,5	3,5-2,5	2,5-1,5	<1,5
	Oksygen metn. **	TA-1467	%	>65	65-50	50-35	35-20	<20
Sediment	NQI1	02:2013		0,9-0,82	0,82-0,63	0,63-0,49	0,49-0,31	<0,31
	Shannon-Wiener (H')	02:2013		5,7-4,8	4,8-3,0	3,0-1,9	1,9-0,9	<0,9
	ES ₁₀₀	02:2013		50-34	34-17	17-10	10-5	<5
	ISI ₂₀₁₂	02:2013		13-9,6	9,6-7,5	7,5-6,2	6,1-4,5	<4,5
	NSI	02:2013		31-25	25-20	20-15	15-10	<10
	DI	02:2013		<0,30	0,30-0,44	0,44-0,60	0,60-0,85	0,85-2,05
	Organisk karbon	TA-1467	mg TOC/g	<20	20-27	27-34	34-41	>41
	Sink	TA 2229	mg Zn/ kg	<150	150-360	360-590	590-4500	>4500
Kobber	TA 2229	mg Cu/ kg	<35	35-51	51-55	55-220	>220	

*Omregningsfaktoren til mgO₂ /l er 1,42

** Oksygenmetningen er beregnet for saltholdighet 33 og temperatur 6°C

Tabell 2.5: Vurdering av miljøtilstanden i nærsone og overgangssone ved oppdrettsanlegg. Hentet fra NS 9410:2007 (MOM).

Miljøtilstand	Kriterier
Miljøtilstand 1 (meget god)	Minst 20 arter av makrofauna (> 1 mm) utenom nematoder i et prøveareal på 0,2 m ² . Ingen av artene må utgjøre mer enn 65 % av det totale individantallet.
Miljøtilstand 2 (god)	5-19 arter av makrofauna (> 1 mm) utenom nematoder i et prøveareal på 0,2 m ² . Mer enn 20 individer utenom nematoder i et prøveareal på 0,2 m ² . Ingen av artene utgjør mer enn 90 % av det totale individantallet.
Miljøtilstand 3 (dårlig)	1 til 4 arter av makrofauna (> 1 mm) utenom nematoder i et prøveareal på 0,2 m ²
Miljøtilstand 4 (meget dårlig)	Ingen makrofauna (> 1 mm) utenom nematoder i et prøveareal på 0,2 m ² .

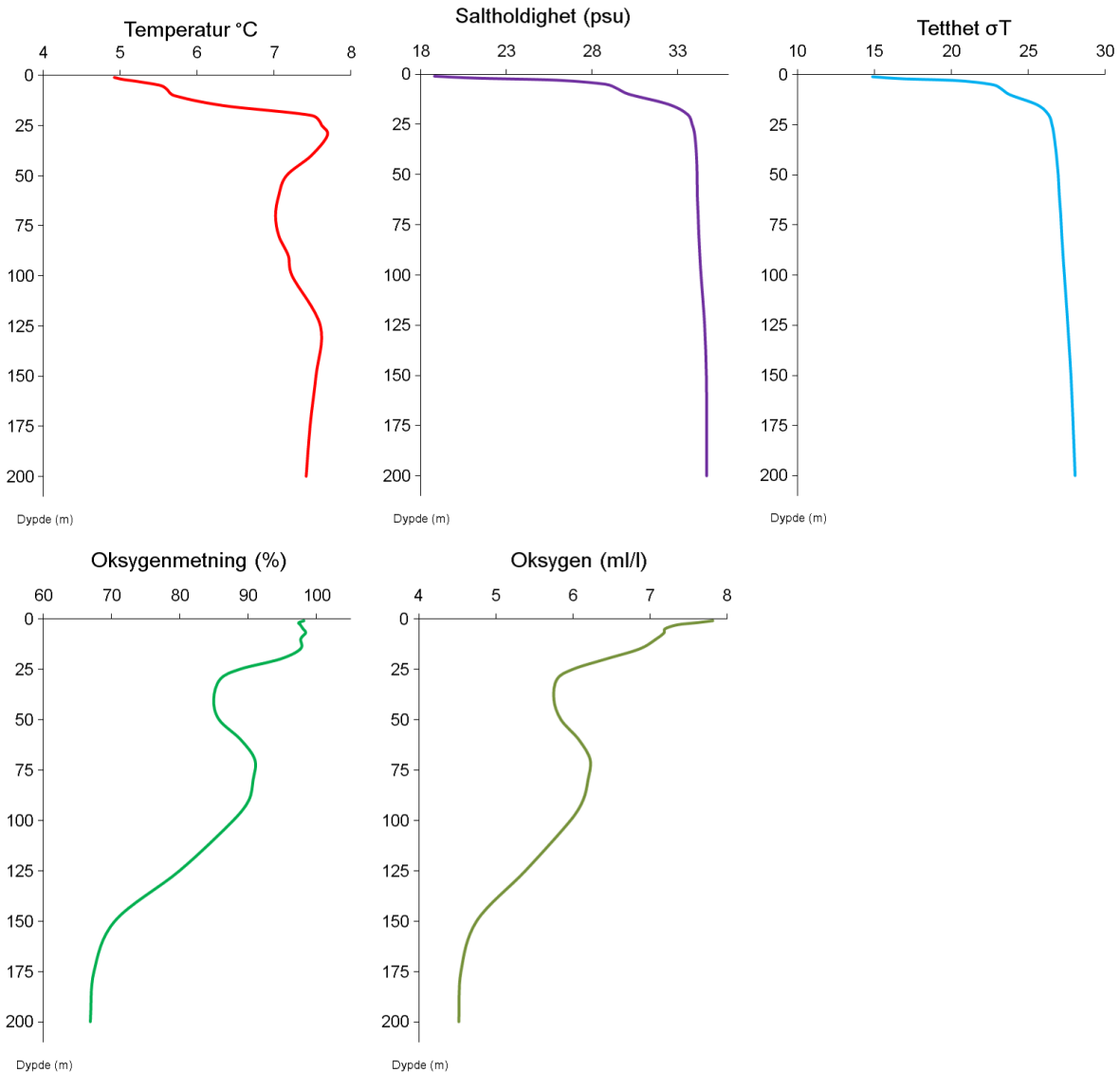
2.4 Produksjonsdata fra anlegget

Det undersøkte området er en planlagt ny plassering til den gamle oppdrettslokalitet Ådnøy, det har følgelig ikke vært drift på den nye plasseringa ved undersøkelsestidspunktet.

3 RESULTATER OG DISKUSJON

3.1 Hydrografi

Temperatur, saltholdighet og oksygeninnhold ble målt fra overflaten og til like over bunnen ved stasjonen i fjernsonen (Åd-03), 27. mars 2014. Resultatene fra denne undersøkelsen presenteres i Figur 3.1. Detaljert oversikt over CTD-data finnes i Vedleggstabell 5.



Figur 3.1: Lokaltet Ådnøy. Temperatur, saltholdighet, tetthet, oksygen i % metning og ml/l ved stasjonen i fjernsonen (Åd-03), målt med STD/CTD-sonde med påmontert oksygensensor fra overflaten og ned mot bunnen den 27. mars 2014. Oksygeninnhold i ml/l er beregnet fra mgO_2/l med en omregningskoeffisient på 1,42.

Det er et tydelig sprangsjikt (pyknoklin) fra overflaten og ned mot 25 meters dyp. Et sprangsjikt antyder en vertikal inndeling av vannmassene ved at både temperatur og saltholdighet direkte påvirker vannets tetthet og dermed blanding av vannmassene. Sprangsjiktet ved stasjonen i fjernsonen (Åd-03) hindrer effektivt vannmassene i de øvre vannlag fra å blandes med vann nedenfor. Dybden på sprangsjiktet vil variere med dybdefordelingen av temperatur og saltholdighet som følge av årstider og værforhold.

Under sprangsjiktet er saltholdigheten nærmest konstant helt ned til bunnen på omtrent 200 meters dybde. Temperaturen varierer i noe større grad med økende dyp og avtar først nedenfor 50 meters dyp, for så å øke igjen fra 100 meters dyp og ned mot 130-140 meters dyp. Det virker ikke å være noe videre stabil vannlaginndeling (pyknoklin) nedenfor 50 meters dyp.

Oksygeninnholdet i vannsøylen når høyest nivå i de øvre meterne av vannsøylen og avtar umiddelbart i oksygeninnhold pr. liter ned mot 40 meters dyp. Metningsgraden er imidlertid stabil rundt 97-98 % de første 15 meterne av vannsøylen. Under 40 meter øker oksygeninnholdet noe, og når en liten topp ved omtrent 75 meters dyp, for så å avta ned mot dypet av fjernsonen (Åd-03) på omtrent 200 meters dyp. Oksygeninnhold i vannmasser er ikke like stabilt som temperatur og saltholdighet, og vil i større grad bli påvirket av småskala endringer, som for eksempel tidevannsstrømmer og høye konsentrasjoner av planktoniske organismer ved enkelte dyp. Det er derfor ikke unormalt med slike variasjoner vertikalt som fremstår av disse målingene.

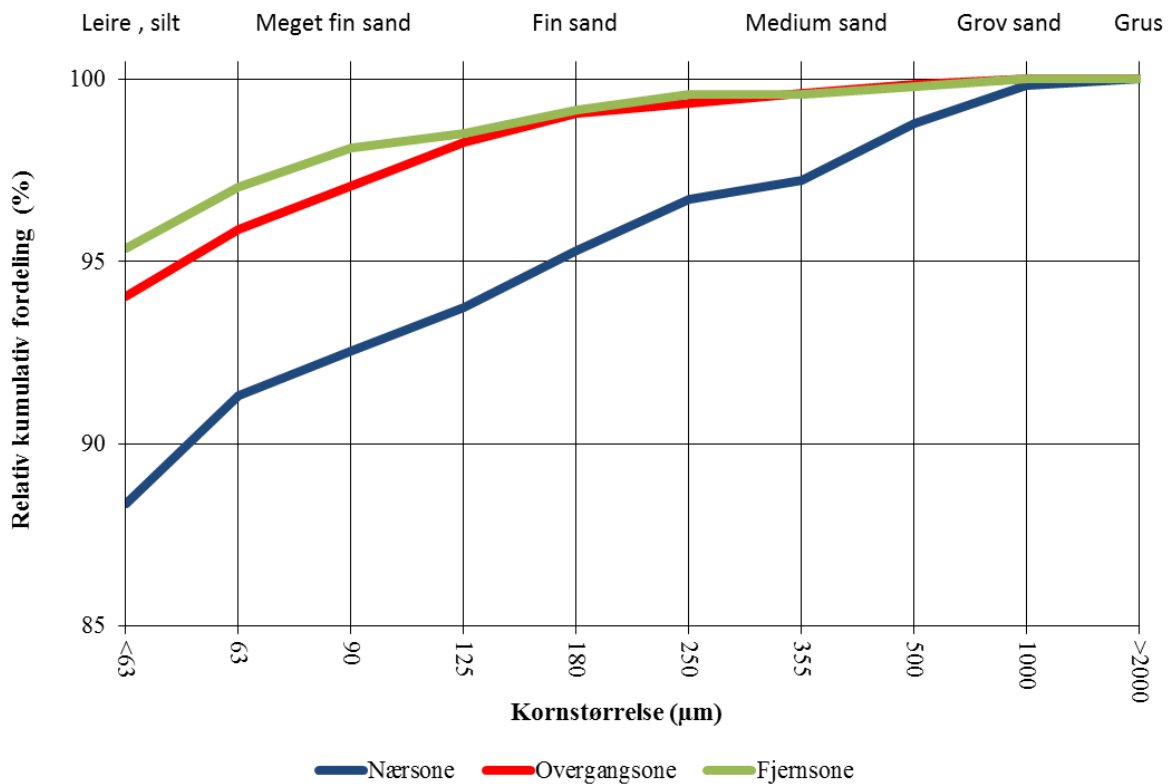
Oksygeninnhold i bunnvann ble målt til 4,52 ml O₂/liter (metning 66,94 %) ved fjernsonen (Åd-03, dybde 197 meter). Dette gir Miljødirektoratets tilstandsklasse I (Svært god) for oksygeninnhold i bunnvann.

3.2 Sediment

Resultatene fra sedimentundersøkelsene er presentert i Tabell 3.1 og Figur 3.2.

Tabell 3.1: Oversikt over dyp, totalt organisk materiale (% glødetap, TOM) og kornfordeling i sedimentprøver fra stasjonene ved Ådnøy, mars 2014.

Stasjon	Dyp (m)	Organisk innhold (% TOM)	Leire + Silt (%)	Sand (%)	Grus (%)
Åd-01, Nærsone	194	8,76	88,4	11,5	0,2
Åd-02, Overgangssone	194	8,49	94,0	6,0	0,0
Åd-03, Fjernsone	197	10,3	95,4	4,6	0,0



Figur 3.2: Sedimentfraksjoner. Relativ kumulativ fordeling av kornstørrelse i sedimentprøver fra ulike stasjoner ved lokaliteten Ådnøy: Nærsonen, Åd-01; Overgangssone, Åd-02; Fjernsone, Åd-03. Kornstørrelser er kategorisert som sedimentfraksjoner fra finest til grovest (ISO 16665:2005): leire / silt (< 63 µm), meget fin sand (63 – 124 µm), fin sand (125 – 249 µm), medium sand (250 – 499 µm), grov sand (500 – 2000 µm), grus (> 2000 µm).

Alle de undersøkte stasjonene har høy andel finfragmentert sediment (88-95 %). Dette tyder på svake bunnstrømforhold i områdene undersøkt (Åd-01, Åd-02 og Åd-03). I tillegg til direkte påvirkning av områder ved å øke sedimenteringsrater av finere partikler kan slike lavstrømsområder også påvirke indirekte ved at finfragmentert sediment enklere binder opp organiske og kjemiske avfallsstoffer.

Normale verdier for glødetap i norske fjorder ligger på under 10 % glødetap (TOM). Glødetapsverdiene for nærsone (Åd-01) og overgangssone (Åd-02) er å anse som gode. Verdiene i fjernsone (Åd-03) er så vidt over grensen på 10 %, men det er nærliggende å forvente at dette er naturlig gitt verdiene for nærsone og overgangssone. Tatt i betraktning de antatte bunnstrømforholdene i områdene for de 3 stasjonene vitner glødetapsverdiene om gode forhold i området med tanke på organisk belastning.

3.3 Kjemi

3.3.1 Sedimentanalyser

Konsentrasjoner av fosfor i marine sedimenter ligger vanligvis under 1000 mg/kg TS i Vestlandsfjordene. Nivåer mellom 1000 og 5000 mg/kg TS anses som moderate, mens verdier over 5000 mg/kg TS anses som svært mye. Alle de 3 undersøkte stasjonene har fosforverdier som er litt høyere enn det som betraktes som normalt og må anses som noe forhøyet (Tabell 3.2). Verdiene for fosfor er på henholdsvis 1200 mg/kg TS ved nærsone (Åd-01) og overgangssone (Åd-02) og 1100 mg/kg TS ved fjernsone (Åd-03).

Alle de undersøkte stasjonene får forhøyede verdier for normalisert TOC og plasserer i grensesjiktet mellom Miljødirektoratets tilstandsklasse III (Moderat) og IV (Dårlig). Best er overgangssone (Åd-02) som får Miljødirektoratets tilstandsklasse III (Moderat) med en normalisert TOC verdi på 34 mg/g TS. Nærsone (Åd-01) og fjernsone (Åd-03) har normaliserte TOC verdier på henholdsvis 35 mg/g TS og 36 mg/g TS og plasserer akkurat innenfor Miljødirektoratets tilstandsklasse IV (Dårlig) for normalisert TOC. Samlet tyder TOC-verdiene for stasjonene på en merkbar grad av organisk forhøyning i området ved undersøkelsestidspunktet (Tabell 3.2).

Klassifiseringssystemet krever beregning av normalisert totalt organisk karbon (TOC). Dette betyr at både finstoff (leire og silt) og TOC må analyseres og brukes i beregningene. I følge TA-1467/1997 (SFT, 1997) har dette medført at grenseverdiene mellom tilstandsklassene har blitt strengere. Formelen som benyttes til dette er imidlertid ikke tilpasset lokaliteter som ligger inne i fjorder som i denne rapporten. Slike kystnære områder kan ha til dels store variasjoner med tanke på organisk materiale i sediment. Kilden til slike variasjoner kan være både terrestrisk og marin (Statlig program for forurensningsovervåking, 2002). Det påpekes også i Veileder 02:2013 at forholdet mellom normalisert TOC og glødetap er vist å variere og at de ikke er direkte sammenlignbare.

Verdiene av metallene kobber og sink målt ved samtlige undersøkte stasjoner (Åd-01, Åd-02 og Åd-03) gir Miljødirektoratets beste tilstandsklasse – I (Bakgrunnsnivå) for begge parameterne.

Tabell 3.2: Innholdet av de undersøkte kjemiske parameterne i sedimentet og innholdet av tørrstoff (TS) fra stasjonene ved Ådnøy, mars 2014. Tilstandsklasser (TK.) er oppgitt etter Miljødirektoratets klassifisering for sink, kobber (TA 2229/2007) og for normalisert TOC (TA-1467/1997); for TK grenseverdier, se Tabell 2.3.

Stasjon	Totalt org. karbon	Normalisert TOC mg/g TS	TK	Fosfor	Sink	TK	Kobber	TK	Tørrstoff (TS) %
	mg/g TS			mg/kg TS	mg/kg TS		mg/kg TS		
Åd-01, Nærsone	33	35	IV	1200	130	I	26	I	30,2
Åd-02, Overgangssone	33	34	III	1200	130	I	28	I	27,9
Åd-03, Fjernsone	35	36	IV	1100	130	I	26	I	16,2

3.3.2 Måling av pH og redokspotensialet (E_h)

Resultatene fra pH og redokspotensialet sammen med de andre vurderingene av sedimentet som er felles for en MOM-B undersøkelse er vist i Vedleggstabell 1.

Tabell 3.3: Målte pH og E_h verdier i sedimentet fra de undersøkte stasjonene ved Ådnøy, mars 2014. Den beregnede pH/E_h verdien går fra 0 til 5 hvor 0 er best. Tilstanden går fra 1 til 4 hvor 1 er best.

Stasjon / Parameter	pH	E _h	pH/E _h poeng	Tilstand
Åd-01, Nærsonne	7,41	246	0	1
Åd-02, Overgangssone	7,34	201	0	1
Åd-03, Fjernsone	7,33	195	0	1

Tabell 3.3 viser målte verdier for pH og redokspotensialet ved undersøkte stasjoner, samt tilstandsvurdering på bakgrunn av disse parameterne. pH verdiene er gode for alle de 3 målte stasjonene. Kombinert med E_h målinger gir dette beste tilstand – 1 (Meget god) alle undersøkte stasjoner (Åd-01, Åd-02 og Åd-03).

3.4 Bunndyr

Resultatene fra bunndyrsundersøkelsene er gitt i Tabell 3.4-3.5, Figur 3.3-3.5, og i Vedleggstabellene 2-3. Resultatene fra bunndyrsanalysene gir et bilde av miljøforholdene ved lokalitet Ådnøy i mars 2014. De fleste bløtbunnsarter er flerårige og relativt lite mobile, og kan dermed reflektere effekter fra miljøpåvirkning integrert over tid.

Nærsonestasjonen Åd-01 ligger på 195 m dyp ved den sørøstre enden av den planlagte nye plasseringa til anlegget. Her ble det funnet totalt 30 arter med til sammen 125 individer. Diversiteten (H') ble på huggsnivå (snitt) beregnet til 3,88 som gir tilstandsklasse II (God) etter Veileder 02:2012. Ømfintlighetsindeksen NSI og den sammensatte indeksen NQI1 får også tilstandsklasse II. Resultatene viser at det er en jevn fordeling av arter på stasjonen, med lav forekomst av forurensningstolerante og opportunistiske arter. De to mest tallrike artene på stasjonen var skjellene *Thyasira equalis* (31 individer, 25 %) og *Abra nitida* (14 ind., 9 %). Basert på nEQR-verdiene for de ulike indeksene får nærsonestasjonen Åd-01 tilstandsverdi 0,74 (gjennomsnitt av stasjons-nEQR), dvs. øvre del av tilstandsklasse II (God). I henhold til NS 9410 får nærsonen miljøtilstand 1 (Meget god).

Ved overgangsstasjonen Åd-02, som ligger på 195 m dyp ca. 280 m sørøst for anlegget, ble det funnet 39 arter og 205 individer totalt. Forholdene her er relativt like som ved nærstasjonen Åd-01, selv om de biologiske indeksene jevnt over er noe høyere. Samtlige indekser plasserer stasjonen i tilstandsklasse II (God), med unntak av ømfintlighetsindeksen ISI og tetthetsindeksen DI, som begge havner i tilstandsklasse I (Svært god). Bunndyrsfaunaen er dominert av de samme artene som i nærsonen, med skjellene *T. equalis* (47 individer, 23 %), *A. nitida* (19 ind., 9 %) og *Nucula tumidula* (19 ind., 9 %) som de mest tallrike artene. Fordelingen på de geometriske klassene, med en jevnt synkende graf (Figur 3.3), tyder også på gode forhold, uten miljøpåvirkning av betydning. Basert på nEQR-verdiene for de ulike indeksene får overgangssonen samlet en tilstandsverdi på 0,798

(gj.snitt av stasjons-nEQR), dette plasserer Åd-02 helt i toppen av tilstandsklasse II (God). I henhold til NS 9410 får overgangssonen miljøtilstand 1 (Meget god).

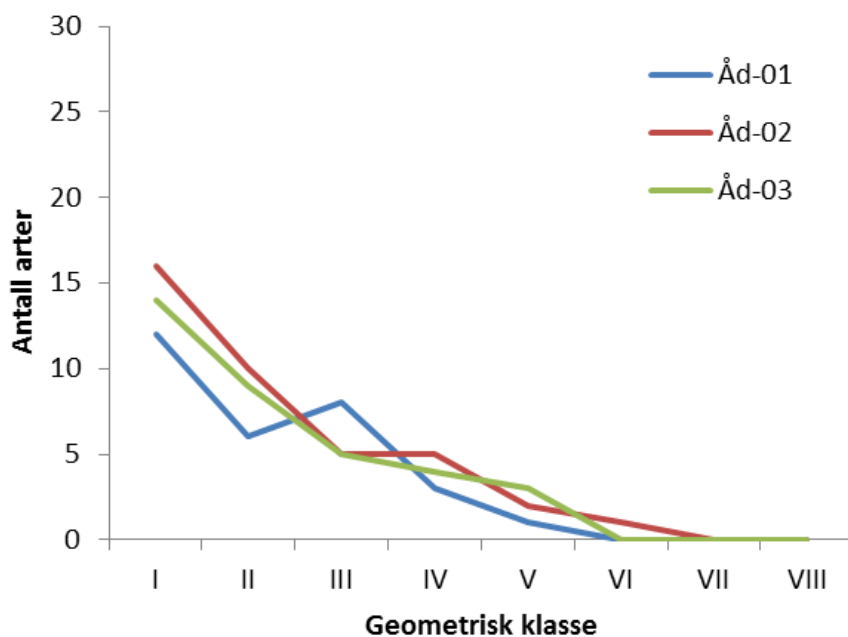
Fjernstasjonen Åd-03 ligger på 198 m dyp ca. 365 m øst for anlegget. Her ble det funnet totalt 167 individer fordelt på 35 arter. Diversiteten (H') ble beregnet til 4,08 som gir tilstandsklasse II (God). Ømfintlighetsindeksen NSI og den sammensatte indeksen NQ11 havner også i tilstandsklasse II, mens ISI og tetthetsindeksen DI får tilstandsklasse I (Svært god). Den mest tallrike arten var børstemarken *Diplocirrus glaucus* (18 individer, 11 %), etterfulgt av skjellene *N. tumidula* og *Adontorhina similis* som begge var representert med 17 individer (10 %). Som på de øvrige stasjonene tyder resultatene av de biologiske beregningene på gode forhold med en fauna med jevn fordeling av arter og lav forekomst av forurensningstolerante og opportunistiske arter. Basert på nEQR-verdiene for de ulike indeksene får fjernsonen samlet en tilstandsverdi på 0,799 (gj.snitt av stasjons-nEQR), dette plasserer Åd-03 helt i toppen av tilstandsklasse II (God).

De multivariate analysene viser at det er stor likhet både innad på stasjonene og mellom de ulike stasjonene (Figur 3.4 og 3.5). Ingen av stasjonene skiller seg noe ut fra de andre og det er ingen klare trender. Dette tyder på at faunaen er relativt lik over hele det undersøkte området. Dette er å forvente, da samtlige stasjoner ligger på samme dybde, med relativt likt sediment dominert av silt og leire.

Tabell 3.4: Makrofauna. Undersøkelse av bunndyr ved Ådnøy, mars 2014. Antall individer, arter, diversitet (H'), sensitivitet (ES₁₀₀ og NSI), individtetthet (DI) og sammensatt indeks for artsmangfold og ømfintlighet (NQI1) er beregnet for hver enkelt prøve (grabbhuggnummer) og totalt for hver stasjon. Beregnede indeksverdier og nEQR er vist for alle stasjonene (nær-, overgangs- og fjernsone), men gjelder kun for vurdering av tilstanden til fjernsonen. Miljøtilstand i nær- og overgangssone er vurdert på grunnlag av artsantallet og artssammensetningen, i henhold til NS 9410:2007. Klassifisering av tilstand i fjernsonen er gitt i henhold til Veileder 02:2013 med bruk av nEQR-verdier. Grabbverdien av nEQR er basert på grabbgjennomsnittet for hver enkel indeks mens stasjonsverdien av nEQR er basert på sum (kumulert grabbdata). Miljøtilstand og tilstandsklasser er markert med fargekoder.

Stasjon	Grabbhugg	Antall		Diversitet				Tilstands verdi	Miljø-tilstand		
		arter	individer	NQI1	(H')	ES100	ISI2012			NSI	DI
Nærsone											
27.03.2014	Åd 01	1	19	40	0,73	3,91	19,00	9,58	23,88	0,45	
		4	25	85	0,74	3,85	25,00	9,51	23,86	0,12	
	Sum	30	125	0,75	4,08	27,42	9,57	23,87	0,25	1	
	Snitt	22	63	0,73	3,88	22,00	9,54	23,87	0,25		
	Stasjon nEQR			0,73	0,72	0,72	0,80	0,75	0,83	0,76	
Grabb nEQR			0,71	0,70	0,66	0,79	0,75	0,83	0,74		
Overgangssone											
27.03.2014	Åd 02	1	31	134	0,74	4,04	27,23	10,10	23,52	0,08	
		4	22	71	0,79	3,86	22,00	10,12	25,14	0,20	
	Sum	39	205	0,77	4,23	28,29	10,24	24,06	0,04	1	
	Snitt	27	103	0,76	3,95	24,61	10,11	24,33	0,04		
	Stasjon nEQR			0,75	0,74	0,73	0,84	0,76	0,97	0,798	
Grabb nEQR			0,74	0,71	0,69	0,83	0,77	0,97	0,79		
Fjernsone											
27.03.2014	Åd 03	1	24	95	0,78	3,94	24,00	9,73	25,54	0,07	
		3	25	72	0,78	4,23	25,00	9,90	24,23	0,19	
	Sum	35	167	0,80	4,37	28,19	9,97	24,93	0,13		
	Snitt	25	84	0,78	4,08	24,50	9,82	24,88	0,13		
	Stasjon nEQR			0,78	0,75	0,73	0,82	0,80	0,91	0,799	-
Grabb nEQR			0,76	0,72	0,69	0,81	0,80	0,91	0,78	-	

I – Svært god II - God III – Moderat IV – Dårlig V – Svært dårlig



Figur 3.3: Antall arter (y-akse) plottet mot geometriske klasser (x-akse) i prøvene fra Ådnøy i 2014.

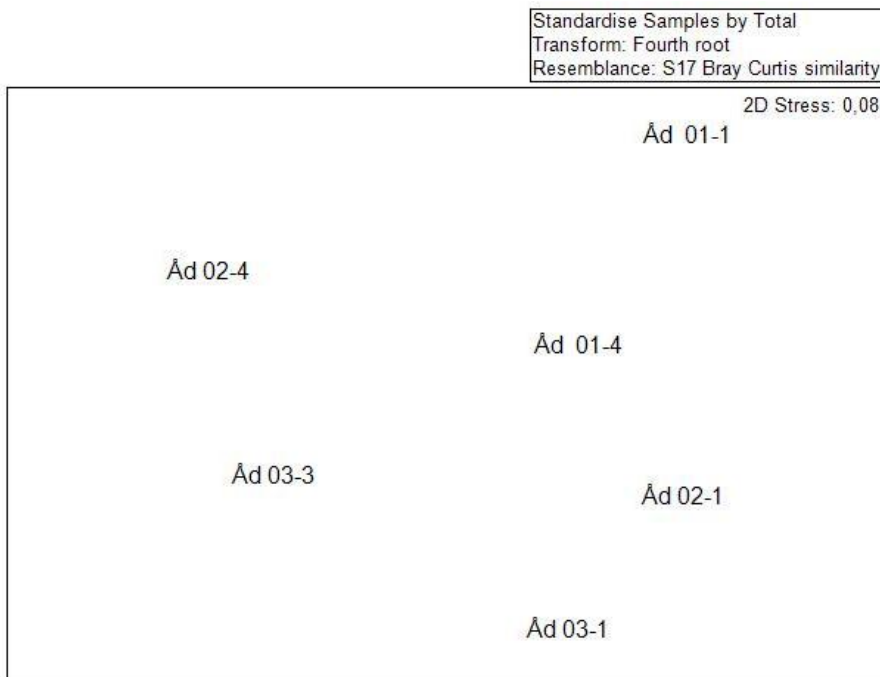
Tabell 3.5: De ti mest tallrike artene/gruppene fra Ådnøy i 2014.

Åd-01	Antall individer	%	Kum. %
<i>Thyasira equalis</i>	31	24,8	24,8
<i>Abra nitida</i>	14	11,2	36,0
<i>Nucula tumidula</i>	10	8,0	44,0
<i>Yoldiella philippiana</i>	9	7,2	51,2
<i>Ceratocephale loveni</i>	5	4,0	55,2
<i>Mugga wahrbergi</i>	5	4,0	59,2
<i>Amphilepis norvegica</i>	5	4,0	63,2
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	4	3,2	66,4
<i>Levinsenia gracilis</i>	4	3,2	69,6
<i>Caulleriella killariensis</i>	4	3,2	72,8
<i>Heteromastus filiformis</i>	4	3,2	76,0
<i>Mendicula ferruginosa</i>	4	3,2	79,2

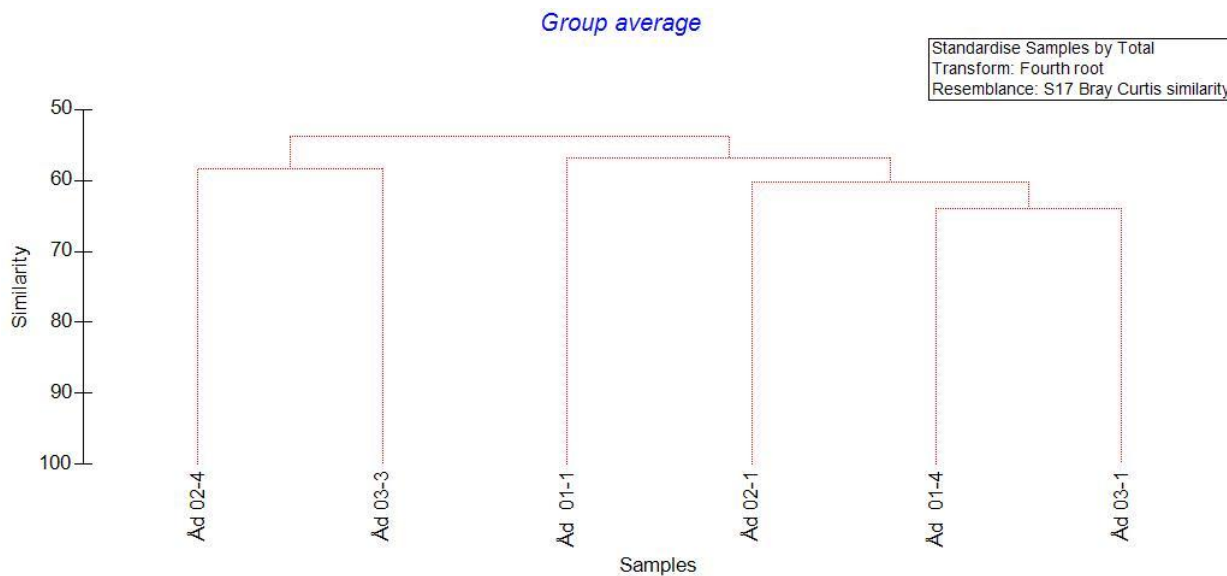
Åd-02	Antall individer	%	Kum. %
<i>Thyasira equalis</i>	47	22,9	22,9
<i>Abra nitida</i>	19	9,3	32,2
<i>Nucula tumidula</i>	19	9,3	41,5
<i>Yoldiella philippiana</i>	14	6,8	48,3
<i>Adontorhina similis</i>	13	6,3	54,6
<i>Levinsenia gracilis</i>	10	4,9	59,5
<i>Diplocirrus glaucus</i>	10	4,9	64,4
<i>Nephtys paradoxa</i>	8	3,9	68,3
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	7	3,4	71,7
<i>Amphilepis norvegica</i>	6	2,9	74,6

Åd-03	Antall individer	%	Kum. %
<i>Diplocirrus glaucus</i>	18	10,8	10,8
<i>Nucula tumidula</i>	17	10,2	21,0
<i>Adontorhina similis</i>	17	10,2	31,1
<i>Thyasira equalis</i>	15	9,0	40,1
<i>Levinsenia gracilis</i>	13	7,8	47,9
<i>Mendicula ferruginosa</i>	13	7,8	55,7
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	11	6,6	62,3
<i>Onchnesoma steenstrupii</i>	7	4,2	66,5
<i>Ceratocephale loveni</i>	6	3,6	70,1
<i>Delectopecten vitreus</i>	6	3,6	73,7

Annelida/Polychaeta	Mollusca	Echinodermata	Crustacea	Andre
---------------------	----------	---------------	-----------	-------



Figur 3.4: MDS plot på hugg-nivå fra lokalitet Ådnøy. Beregningene er foretatt på standardiserte og fjerderots-transformerte artsdata. Basert på Bray-Curtis indeks.



Figur 3.5: Cluster plot på hugg-nivå fra lokalitet Ådnøy. Beregningene er foretatt på standardiserte og fjerderots-transformerte artsdata. Basert på Bray-Curtis indeks. Plot viser faunalikhet mellom de ulike grabbhugg og stasjoner.

4 SAMMENDRAG OG KONKLUSJON

Denne rapporten omhandler en undersøkelse av miljøforholdene i sjøen ved den planlagte nye plasseringa til oppdrettslokaliteten Ådnøy i Høgsfjorden, Sandnes kommune. Formålet med undersøkelsen var å beskrive miljøtilstanden i området basert på vann-, sediment-, kjemi- og bunndyrsundersøkelser utført 27. mars 2014. Det ble samlet prøver fra tre stasjoner: en ved den planlagte nye plasseringen til anlegget (nærsonen), en i overgangssonen og en i dypet av fjorden (fjernsonen).

Alle de undersøkte stasjonene består ved undersøkelsestidspunktet av et finkornet sediment dominert av silt og leire, som tyder på svake bunnstrømsforhold.

Bunnvannet ved fjernsonen er oksygenrikt og har en metningsgrad på 66,9 % (4,5 ml O₂/liter) ved 197 meter, og gir Miljødirektoratets tilstandsklasse I - Svært god.

Glødetap er et mål på totalt organisk materiale (TOM) i sedimentet, hvorpå høyere prosent glødetap indikerer høyere andel organisk innhold. Glødetapsverdiene for de undersøkte stasjonene er innenfor det som er ansett som normalt for norske fjorder (<10 %), med unntak av fjernsonen hvor glødetapet så vidt er over normalen, med en verdi på 10,3 %.

Et annet mål på organisk innhold i sediment er TOC, som måler sedimentets totale innhold av karbon. Nærsonen og fjernsonen har ved undersøkelsestidspunktet forhøyede TOC-verdier og får Miljødirektoratets tilstandsklasse IV (Dårlig). Prøver fra overgangssonen viser lavere verdier av TOC og får Miljødirektoratets tilstandsklasse III (Moderat). Det må understrekes at verdier og forhold angitt av glødetap og TOC ikke nødvendigvis er sammenlignbare og TOC er ikke tilpasset forholdene i kystnære områder.

Fosforkonsentrasjonen ved samtlige undersøkte stasjoner er noe over det som anses som normalt i marine sediment (<1000 mg/kg TS) med verdier på 1100-1200 mg/kg TS.

Måling av pH og Eh viser generelt gode forhold både i nærsonen, overgangssonen og fjernsonen.

Kobber og sink viser svært gode verdier på samtlige stasjoner, tilsvarende Miljødirektoratets tilstandsklasse I (bakgrunnsnivå) for begge parameterne.

Bunnfaunaen ved nærsonen, overgangssonen og fjernsonen vitner om liten miljøpåvirkning ved undersøkelsestidspunktet. Samtlige stasjoner havnet i øvre del av tilstandsklasse II (God) i henhold til Veileder 02:2013. Det ble funnet totalt 30 ulike arter og 125 individer i prøvene fra nærsonen. I overgangssonen ble det funnet totalt 39 arter og 205 individer. I henhold til NS 9410 som er gjeldende for områder nærliggende oppdrettsanlegg får både nærsonen og overgangssonen miljøtilstand 1 (Meget god).

Resultatene fra MOM C-undersøkelsen ved Ådnøy, mars 2014, viser generelt svært gode forhold på lokaliteten ved undersøkelsestidspunktet. Men et forhøyet TOC-nivå i tillegg til en moderat fosfor-konsentrasjon i nærsonen indikerer en viss miljøpåvirkning ved den planlagte nye plasseringen til oppdrettslokaliteten. Kilde til fosfor og TOC kan være

menneskelig påvirkning fra havbruk, landbruk og kommunale avløp. I tillegg er det naturlige variasjoner som følge av klimatiske forhold.

5 TAKK

Vi takker for god hjelp og hyggelig tokt. På toktet deltok Torben Lode og Linda B. Pedersen fra SAM- Marin, samt Bjarte Espevik fra Kvitsøy Sjøtjenester AS. Bunnprøvene ble sortert av Ina Birkeland, Nargis Islam, Maria H.S. Knoph, Hanna Molden og Ingrida Petrauskaite. Bunndyrene ble identifisert av Tom Alvestad, Lenka Nealova og Per Johannessen.

6 LITTERATUR

- Direktoratsgruppa Vanndirektivet. 2009. Veileder 01:2009. Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, innsjøer og elver i henhold til vannforskriften. Direktoratsgruppa for gjennomføring av vanndirektivet, 181 s.
- Direktoratsgruppa Vanndirektivet. 2013. Veileder 02:2013. Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver. Direktoratsgruppa, 263 s.
- Hovgaard P. 1973. A new system of sieves for benthic samples. *Sarsia* 53:15-18.
- NS 4764. 1980. Vannundersøkelse. Tørrstoff og gløderest i vannslam og sedimenter. *Norges Standardiseringsforbund*.
- NS 9410. 2007. Miljøovervåking av marine matfiskanlegg. *Norges Standardiseringsforbund*.
- NS-EN 13137. 2001. Karakterisering av avfall – Bestemmelse av totalt organisk karbon (TOC) i avfall, slam og sedimenter. *Norges Standardiseringsforbund*.
- NS-EN ISO 16665. 2013. Water quality – Guidelines for quantitative sampling and sample processing of marine soft-bottom macrofauna.
- NS-EN ISO 17294-2. 2004. Vannundersøkelse – Bruk av induktivt koplet plasmamassespektrometri (ICP-MS) – Del 2: Bestemmelse av 62 grunnstoffer. *Norges Standardiseringsforbund*.
- NS-EN ISO 5667-19. 2005. Vannundersøkelse, Prøvetaking, Del 19: Veiledning i sedimentprøvetaking i marine områder.
- NS-EN ISO/IEC 17025:2005. Generelle krav til prøvings- og kalibreringslaboratoriers kompetanse. *Norges Standardiseringsforbund*.
- NS-EN 14346. 2006. Karakterisering av avfall – Beregning av tørrstoff ved bestemmelse av tørket rest eller vanninnhold. *Norges Standardiseringsforbund*.
- SFT. 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. SFT-veiledning nr. 97:03. 36 s. TA 1467/1997.
- SFT. 2008. Revisjon av klassifisering av metaller og organiske miljøgifter i vann og sedimenter. TA 2229/2007.
- Statlig program for forurensningsovervåking. 2002. Langtidsovervåking av miljøkvaliteten i kystområdene av Norge. Tiårsrapport (1990-99). Rapport 848/02. TA-1883/2002. 138s.

7 VEDLEGG

<i>Generell vedleggsdel - Analyse av bunndyrsdata</i>	29
<i>Vedleggstabell 1. MOM-B parametre</i>	38
<i>Vedleggstabell 2. Artsliste</i>	40
<i>Vedleggstabell 3. Geometriske klasser</i>	43
<i>Vedleggstabell 4. Analysebevis</i>	44
<i>Vedleggstabell 5. CTD Data</i>	47

Generell vedleggsdel - Analyse av bunndyrsdata

Generelt

De fleste bløtbunnsarter er flerårig og lite mobile, og undersøkelser av bunnfaunaen kan derfor avspeile miljøforholdene både i øyeblikket og tilbake i tiden. Miljøforholdene er avgjørende for hvilke arter som forekommer og fordelingen av antall individer per art i et bunndyrs-samfunn. I et uforurenset område vil det vanligvis være forholdsvis mange arter, og det vil være relativt jevn fordeling av individene blant artene. Flertallet av artene vil oftest forekomme med et moderat antall individer. I våre bunndyrsprøver fra uforurensete områder vil det vanligvis være minst 20 - 30 arter i én grabbprøve (0,1 m²), men det er heller ikke uvanlig å finne 50 arter. Naturlig variasjon mellom ulike områder gjør det vanskelig å anslå et "forventet" artsantall.

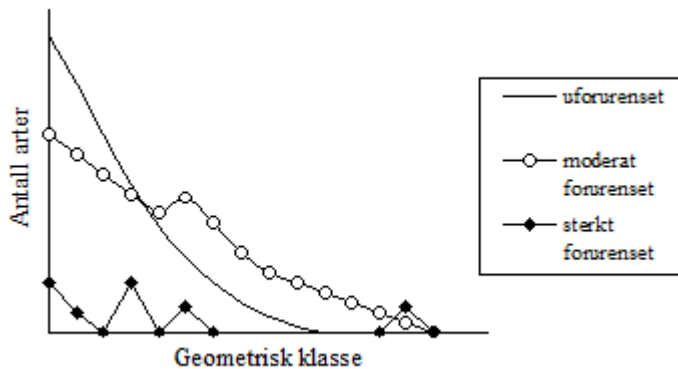
Geometriske klasser

På grunnlag av bunnfaunaen som identifiseres kan artene inndeles i geometriske klasser. Artene fordeles i grupper etter hvor mange individer hver art er representert med. Det settes opp en tabell der det angis hvor mange arter som finnes i ett eksemplar, hvor mange som finnes i to til tre eksemplarer, fire til syv osv. En slik gruppering kalles en geometrisk rekke, og gruppene som kalles geometriske klasser nummereres fortløpende I, II, III, IV, osv. Et eksempel er vist i Tabell v1. For ytterligere opplysninger henvises til Gray og Mirza (1979) og Pearson et al. (1983).

Antall arter i hver geometriske klasse kan plottes i figurer hvor kurveforløpet viser faunastrukturen. Kurveforløpet kan brukes til å vurdere miljøtilstanden i området. I et upåvirket område vil kurven falle sterkt med økende geometrisk klasse og ha form som en avkuttet normalfordeling. Dette skyldes at det er relativt mange individfattige arter og at få arter er representert med høyt individantall. I følge Pearson og Rosenberg (1978) er et slikt samfunn log-normalfordelt. Dette er antydnet i Figur v1. I et moderat forurenset område vil kurven ha et flatere forløp. Det er her færre sjeldne arter og de dominerende artene øker i antall og utvider kurven mot høyere geometriske klasser. I et sterkt forurenset område vil kurveforløpet være varierende, typisk er små toppe og nullverdier (Figur v1)

Tabell v1. Eksempel på inndeling i geometriske klasser.

Geometrisk klasse	Antall ind./art	Antall arter
I	1	23
II	2 - 3	16
III	4 - 7	13
IV	8 - 15	9
V	16 - 31	5
VI	32 - 63	5
VII	64 - 127	3
VIII	128 - 255	0
IX	256 - 511	2



Figur v1. Geometrisk klasse plottet mot antall arter for et uforurenset, moderat forurenset og for et sterkt forurenset område.

Univariate metoder

De univariate metodene reduserer den samlede informasjonen som ligger i en artsliste til et tall eller indeks, som oppfattes som et mål på artsrikdom. Utfra indeksene kan miljøkvaliteten i et område vurderes, men metodene må brukes med forsiktighet og sammen med andre resultater for at konklusjonen skal bli riktig. Miljødirektoratet legger imidlertid vekt på indeksene når miljøkvaliteten i et område skal anslås på bakgrunn av bunnfauna (TA-1467/1997 og Veileder 02:2013).

Diversitet

Shannon-Wieners diversitetsindeks (H') beskrives ved artsmangfoldet (S, totalt antall arter i en prøve) og jevnhet (J, fordelingen av antall individer per art) (Shannon og Weaver 1949). Diversitetsindeksen er beskrevet av formelen:

$$H' = - \sum_{i=1}^s p_i \log_2 p_i$$

der: $p_i = n_i/N$, n_i = antall individer av art i , N = totalt antall individer i prøven eller på stasjonen og S = totalt antall arter i prøven eller på stasjonen.

Hurlbert diversitetsindeks ES_{100} viser forventet antall arter blant 100 tilfeldig valgte individer i en prøve, og er beskrevet vha. følgende formel:

$$ES_{100} = \sum_{i=1}^s 1 - [(N - N_i)! / ((N - N_i - 100)! 100!)] / [N! / ((N - 100)! 100!)]$$

hvor ES_{100} = forventet antall arter blant 100 tilfeldig valgte individer i en prøve med N individer, s arter, og N_i individer av i -ende art.

Ømfintlighet

Ømfintlighet bestemmes ved indeksene ISI, AMBI og NSI.

ISI er beskrevet av Rygg (2002) og senere revidert, den reviderte ISI betegnes ISI₂₀₁₂ (Rygg og Norling, 2013). Beregning av ISI utføres med følgende formel:

$$ISI = \sum_i^S \left[\frac{ISI_i}{S_{ISI}} \right]$$

hvor ISI_i er verdi for arten i og S_{ISI} er antall arter tilordnet sensitivetsverdier

AMBI (Azti Marin Biotic Index) tilordner hver art en ømfintlighetsklasse (økologisk gruppe, EG): EG-I: sensitive arter, EG-II: indifferente arter, EG-III: tolerante, EG-IV: opportunistiske, EG-V: forurensningsindikerende arter (Borja et al., 2000). Mer enn 4000 arter er tilordnet en av de fem økologiske gruppene av faunaeksperter. Sammensetningen av makrovertebratsamfunnet i form av andelen av økologiske grupper indikerer omfanget av forurensningspåvirkning.

NSI er en ny sensitivetsindeks og ligner AMBI, men er utviklet med basis i norske faunadata. Hver art av i alt 591 arter er tilordnet en sensitivetsverdi. En prøves NSI-verdi beregnes ved gjennomsnittet av sensitivetsverdiene av alle individene i prøven. Hvordan NSI beregnes er beskrevet av Rygg og Norling (2013).

$$NSI = \sum_i^S \left[\frac{N_i * NSI_i}{N_{NSI}} \right]$$

hvor N_i er antall individer og NSI_i verdi for arten i , N_{NSI} er antall individer tilordnet sensitivetsverdier

Individtetthet

DI (density index) er en ny indeks for individtetthet (Rygg og Norling, 2013). DI er spesielt utviklet med tanke på tilstandsklassifisering av individfattig fauna. DI er beskrevet av formelen:

$$DI = abs [\log_{10}(N_{0,1m^2}) - 2.05]$$

hvor abs står for absoluttverdi og $N_{0,1m^2}$ antall individer pr. $0,1 m^2$

Sammensatte indekser

Sammensatte indekser som NQI1 (Norwegian quality Index) bestemmes ut fra både artsmangfold og ømfintlighet. NQI1 er brukt i NEAGIG (den nordost-atlantiske interkalibreringen). De fleste land bruker nå sammensatte indekser av samme type som NQI1.

NQI1 er beskrevet ved hjelp av formelen:

$$NQI1 = \left[0,5 * \left(\frac{(1 - AMBI)}{7} \right) + 0,5 * \left(\frac{\left(\frac{\ln(S)}{\ln(\ln(N))} \right)}{2,7} \right) * \left(\frac{N}{N + 5} \right) \right]$$

hvor N er antall individer og S antall arter

Klassegrenser

Klassegrensene for hver indeks er gitt av Veileder 02:2013 (Tabell v2). Samme grenseverdier brukes for grabbklassifisering (gjennomsnitt av grabbverdier) og stasjonsklassifisering (kumulerte grabbdata).

Tabell v2 :Tabellen under gir en oversikt over klassegrenser for de ulike indeksene i henhold til Veileder 02:2013*:

Indeks	Type	Økologiske tilstandsklasser basert på observert verdi av indeks				
		Svært God	God	Moderat	Dårlig	Svært Dårlig
NQI1	Sammensatt	0,9-0,82	0,82-0,63	0,63-0,49	0,49-0,31	0,31-0
H'	Artsmangfold	5,7-4,8	4,8-3	3-1,9	1,9-0,9	0,9-0
ES ₁₀₀	Artsmangfold	50-34	34-17	17-10	10-5	5-0
ISI ₂₀₁₂	Ømfintlighet	13-9,6	9,6-7,5	7,5-6,2	6,1-4,5	4,5-0
NSI	Ømfintlighet	31-25	25-20	20-15	15-10	10-0
DI	Individtetthet	0-0,30	0,30-0,44	0,44-0,60	0,60-0,85	0,85-2,05

* Klassegrensene er foreløpig de samme for alle påvirkningstyper, regioner og vanntyper. Etter hvert som ny kunnskap blir tilgjengelig, vil det bli vurdert om det er grunnlag for å innføre differensierte klassegrenser for regioner og vanntyper.

Normalisert EQR (nEQR) og tilstandsklasse

nEQR (normalized ecological quality ratio) benyttes for å muliggjøre en harmonisert sammenligning av forskjellige indekser. nEQR beregnes for grabbgjennomsnittverdier (snitt) og kumulert grabbdata (sum) per stasjon for hver enkelt indeks. Gjennomsnittet av enkeltindeksenes nEQR-verdier fra både grabbgjennomsnitt og kumulert grabbdata brukes til å beregne tilstandsverdier (nEQR) på stasjonen. nEQR beregnes med følgende formel:

$$\text{nEQR} = (\text{Indeksverdi} - \text{Klassens nedre indeksverdi}) / (\text{Klassens øvre indeksverdi} - \text{Klassens nedre indeksverdi}) * 0,2 + \text{Klassens nEQR basisverdi}$$

Klassens nEQR basisverdi (nedre grenseverdi) er den samme for alle indekser og er satt til:

Basisverdi klasse I	=	0,8
Basisverdi klasse II	=	0,6
Basisverdi klasse III	=	0,4
Basisverdi klasse IV	=	0,2
Basisverdi klasse V	=	0,0

nEQR gir et tallverdi på en skala fra 0 til 1. Ettersom nEQR følger en kontinuerlig skala viser verdien ikke bare tilstandsklassen, men også hvor lavt eller høyt i klassen tilstanden ligger.

Multivariate analyser

I de ovenfor nevnte metodene legges det ingen vekt på hvilke arter som finnes i prøvene. For å få et inntrykk av likheten mellom prøver der det blir tatt hensyn både til hvilke arter som finnes i prøvene og individantallet, benyttes multivariate metoder. Prøver med mange felles arter vil etter disse metodene bli karakterisert som relativt like. Motsatt blir prøver med få felles arter karakterisert som forskjellige. Målet med de multivariate metodene er å omgjøre den flerdimensjonale informasjonen som ligger i en artsliste til noen få dimensjoner slik at de viktigste likhetene og forskjellene kan fremtre som et tolkbart resultat.

Klassifikasjon og ordinasjon

I denne undersøkelsen er det benyttet en klassifikasjonsmetode (clusteranalyse) og en ordinasjonsmetode (multidimensjonal scaling (MDS) som utfra prøvelikhet grupperer sammen stasjoner med relativt lik faunasammensetning. Forskjellen mellom de to metodene er at clusteranalysen bare grupperer prøvene, mens ordinasjonen viser i hvilken rekkefølge prøvene skal grupperes og dermed om det finnes gradienter i datamaterialet. I resultatet av analysen vises dette ved at prøvene grupperer seg i et ordnet system og ikke bare i en sky med punkter. Ofte er faunagrader en respons på ulike typer av miljøgrader. Miljøgradienten trenger ikke å være en gradient fra "godt" til "dårlig" miljø. Gradienten kan f.eks. være mellom brakkvann og saltvann, mellom grunt og dypt vann, eller mellom grovt og fint sediment.

For at tallmessig dominerende arter ikke skal få avgjørende betydning for resultatet av de multivariate analysene, og for at arter som forekommer med få individer skal bli tillagt vekt, blir artsdata 4. rot transformert før de multivariate beregningene blir utført. Data er også standardisert for å redusere effekten av ulike prøveareal. Både klassifikasjons- og ordinasjonsmetoden bygger i utgangspunktet på Bray-Curtis similaritetsindeks (Bray og Curtis 1957) gitt i % som:

$$S_{jk} = 100 \left\{ 1 - \frac{\sum_{i=1}^p |y_{ij} - y_{ik}|}{\sum_{i=1}^p (y_{ij} + y_{ik})} \right\}$$

Hvor: S_{jk} = likheten mellom to prøver, j og k

y_{ij} = antallet i i'te rekke og j'te kolonne i datamatriksen

y_{ik} = antallet i i'te rekke og k'te kolonne i datamatriksen per totalt antall arter

p = totalt antall arter

Clusteranalysen fortsetter med at prøvene grupperes sammen avhengig av likheten mellom dem. Når to eller flere prøver inngår i en gruppe blir det beregnet en ny likhet mellom denne gruppen og de andre gruppene/prøvene som så danner grunnlaget for hvilken gruppe/prøve gruppen skal knyttes til. Prosessen kalles "group average sorting" og den pågår inntil alle prøvene er samlet til en gruppe. Resultatene fremstilles som et dendrogram der prøvenes

prosentvis likhet vises. Figur v2 viser et dendrogram hvor prøvene har stor faunalikhet og et dendrogram hvor prøvene viser liten faunalikhet.

I MDS-analysen gjøres similaritetsindeksene mellom prøvene om til rangtall. Punkter som skal vise likheten mellom prøvene projiseres i et 2- eller 3- dimensjonalt rom (plott) der avstanden mellom punktene er et mål på likhet. Figur v3 viser et MDS-plott uten tydelig gradient. Det andre plottet viser en tydeligere en gradient da prøvene er mer inndelt i grupper. Prosessen med å gruppere punktene i et plott blir gjentatt inntil det oppnås en "maksimal" projeksjon av punktene. Hvor godt plottet presenterer dataene vises av en stressfaktor gitt som:

$$\text{Stress} = \sum_j \sum_k (d_{jk} - \hat{d}_{jk})^2 / \sum_j \sum_k d_{jk}^2$$

Hvor: \hat{d}_{jk} = predikert avstand til den tilpassede regresjonslinjen som korresponderer til dissimilariteten d_{jk} gitt som:

$$d_{jk} = 100 \left\{ \frac{\sum_{i=1}^p |y_{ij} - y_{ik}|}{\sum_{i=1}^p (y_{ij} + y_{ik})} \right\} \text{ og avstand (d).}$$

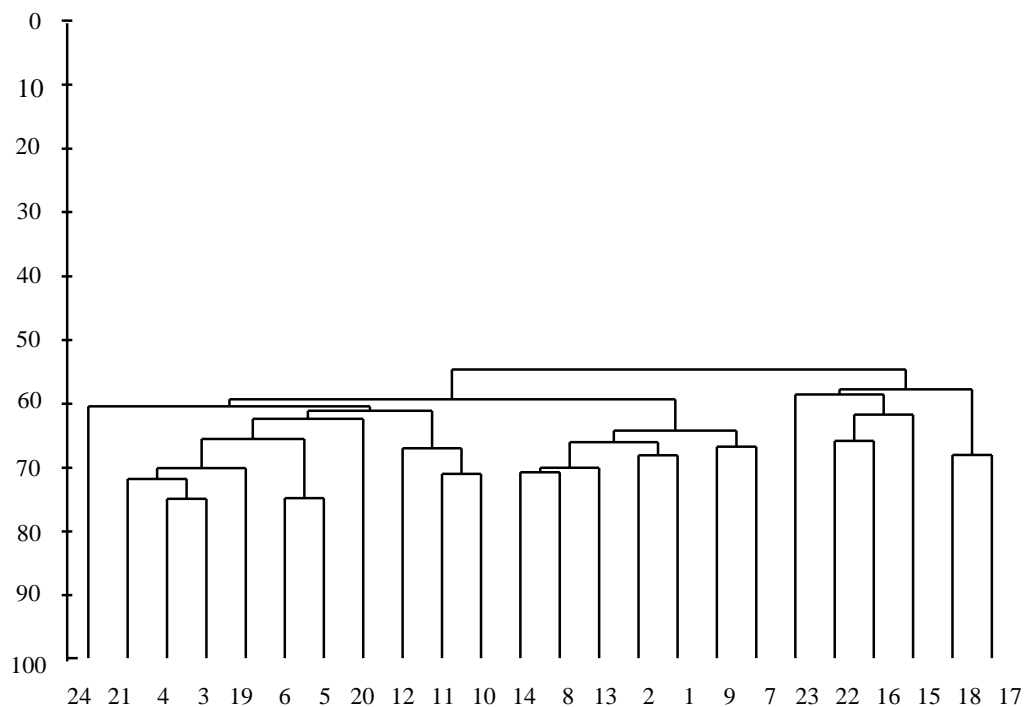
Dersom plottet presenterer data godt blir stressfaktoren lav, mens høy stressfaktor tyder på at data er dårlig eller tilfeldig presentert. Følgene skala angir kvaliteten til plottet basert på stressfaktoren: < 0,05 = svært god presentasjon, < 0,1 = god presentasjon, < 0,2 = brukbar presentasjon, > 0,3 plottet er litt bedre enn tilfeldige punkter.

Dataprogrammer

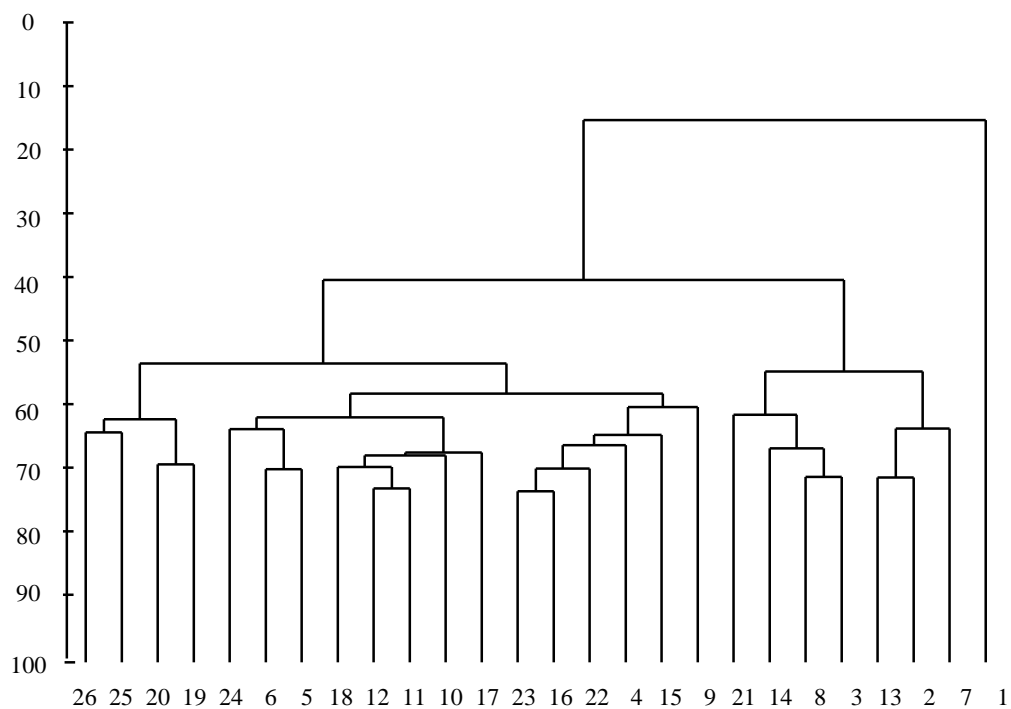
Samtlige data-analyser og beregninger er utført på PC ved hjelp av dataprogrammer eller makroer. Rådata er lagt i regnearket Microsoft Excel. Interne makroer er benyttet til utregning av samtlige indekser, unntatt makroen «Diversi» som beregner diversitet (H') og inndelingen i geometriske klasse. «Diversi» er laget av Knut Årestad ved Insitutt for fiskeri- og marinbiologi, UiB.

De multivariate analysene er utført med dataprogrammer fra programpakken Primer fra Plymouth Marine Laboratory i England. Clusteranalysen er utført med programmet Cluster, til MDS-analysen er programmet Mds benyttet. Azti Marine Biotic Index beregnes ved hjelp av dataprogrammet AMBI.

FAUNALIKHET

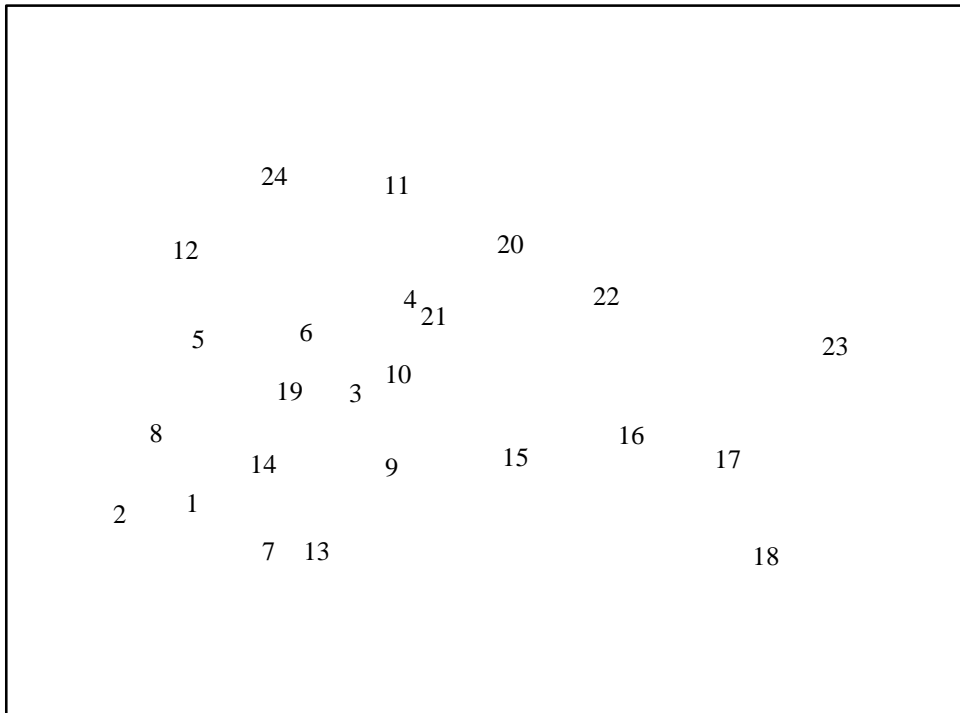


FAUNAFORSKJELL

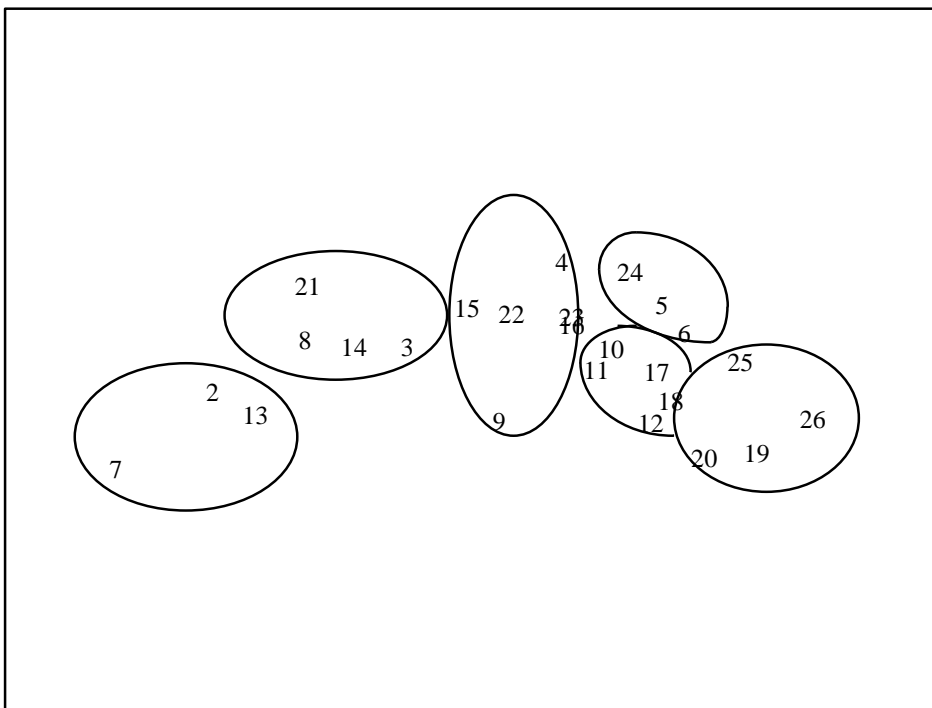


Figur v2. Dendrogram som viser henholdsvis stor og liten faunalikhet (Bray-Curtis similaritet) mellom prøver.

INGEN GRADIENT



GRADIENT



Figur v3. MDS-plott som viser faunalikheten mellom prøver. Øverste plott viser ingen klar gradient, mens nederste plott viser en tydeligere gradient.

Litteratur til Generelt Vedlegg

- Borja, A., Franco, J., Perez, V., 2000. A marine biotic index to establish the ecological quality of soft-bottom benthos within European estuarine and coastal environments. *Marine Pollution Bulletin* 40 (12), 1100–1114
- Bray JR, Curtis JT. 1957. An ordination of the upland forest communities of Southern Wisconsin. - *Ecological Monographs* 27:325-349.
- Direktoratsgruppa Vanndirektivet. 2013. Veileder 02:2013. Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver. Direktoratsgruppa, 263 s.
- Gray JS, Mirza FB. 1979. A possible method for the detection of pollution-induced disturbance on marine benthic communities. - *Marine Pollution Bulletin* 10:142-146.
- Pearson TH, Rosenberg R. 1978. Macrobenthic succession: in relation to organic enrichment and pollution of the marine environment. - *Oceanography and Marine Biology an Annual Review* 16:229-311.
- Pearson TH, Gray JS, Johannessen PJ. 1983. Objective selection of sensitive species indicative of pollution-induced change in benthic communities. 2. Data analyses. - *Marine Ecology Progress Series* 12:237-255.
- Rygg B., 2002. Indicator species index for assessing benthic ecological quality in marine waters of Norway. Niva-rapport 4548 – 2002. 32s.
- Rygg B., Norling K., 2013. Norwegian Sensitivity Index (NSI) for marine macroinvertebrates, and an update of Indicator Species Index (ISI) NIVA-rapport 6475-2013, 46 s.
- SFT. 1993. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann, kortversjon. - SFT-veiledning nr. 93:02. 20 s.
- SFT. 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. SFT-veiledning nr. 97:03. 36 s. TA 1467/1997.
- SFT. 2008. Revisjon av klassifisering av metaller og organiske miljøgifter i vann og sedimenter. TA 2229/2007.
- Shannon CE, Weaver, W. 1949. *The mathematical theory of communication*. - University of Illinois Press, Urbana. 117 s.

Vedleggstabell 1. MOM-B parametre

Vedlegg SF-SAM-830.05

B1a

SAM-Marin

PRØVESKJEMAET, B.1

Firma: Alsaker Fjordbruk
 Lokalitet: Ådnøy
 Lokalitetstype: Matfisk

Dato: 27.03.2014
 Lokalitetsnr: 11934

Gr.	Parameter	Poeng	Prøve nr							Indeks	
			1	2	3						
	Dyr	Ja = 0 Nei = 1	0	0	0						0,0
I	Tilstand (Gruppe I)		A								
II	pH	verdi	7,41	7,34	7,33						
	E _h (mv)	verdi	25	-20	-26						
		+ ref. verdi	246	201	195						
	pH/E _h	fra figur	0	0	0						0,0
	Tilstand, prøve		1	1	1						
	Tilstand, gruppe II		1								
	Buffer temp:		pH sjø: 7,96		Temp sjø: 5,0 °C		Eh sjø: 487		Temp sediment: 7,3		Ref. elektrode: 221
	Kalibrering pH elektrode (Dato og sign):		27.03.14 TL								
III	Gassbobler	Ja = 4 Nei = 0	0	0	0						
	Farge	Lys/Grå = 0	0	0	0						
		Brun/Sort = 2									
	Lukt	Ingen = 0	0	0	0						
		Noe = 2									
		Sterk = 4									
	Konsistens	Fast = 0		0							
		Myk = 2	2		2						
		Løs = 4									
	Grabbvolum	v < 1/4 = 0									
1/4 ≤ v < 3/4 = 1											
v ≥ 3/4 = 2		2	2	2							
Tykkelse på slamlag	0 - 2 cm = 0	0	0	0							
	2 - 8 cm = 1										
	t ≥ 8 cm = 2										
	SUM		4	2	4						
	Korrigert sum (*0,22)		0,88	0,44	0,88						0,7
	Tilstand prøve		1	1	1						
	Tilstand gruppe III		1								
	Middelerverdi gruppe II og III		0,44	0,22	0,44						0,4
	Tilstand gruppe II og III		1								
	pH/Eh Korr. sum Indeks Middelerverdi	Tilstand	Tilstand			Lokalitetstilstand					
			Gruppe I	Gruppe II og III							
			A	1, 2, 3, 4		1, 2, 3, 4					
			4	1, 2, 3		1, 2, 3					
			4	4		4					
			LOKALITETSTILSTAND							1	

Korrekturlest: 04.06.2014
 dato

LBP
 Sign.

TL
 Sign.

Godkjent av: KH/SHJ

Gyldig fra: 11.03.2013

Side av .

SKJEMAET FOR PRØVETAKINGSPUNKT, B.2

Firma: Alsaker Fjordbruk

Dato: 27.03.2014

Lokalitet: Ådnøy

Lokalitetsnr: 11934

Lokalitetstype: Matfisk

Prøvetakingssted (nr)	1	2	3						
Dyp (m)	195	195	198						
Antall forsøk									
Bobling (i prøve)									
Primær-sediment	Grus								
	Skjellsand								
	Sand								
	Mudder								
	Silt	80	30	80					
	Leire	20	70	20					
Fjellbunn									
Steinbunn									
Pigghuder, antall									
Krepsdyr, antall									
Skjell, antall									
Børstemark, antall									
Andre dyr, antall									
<i>Malacoceros fuliginosa</i>									
Beggiatoa									
Fôr									
Fekalier									
Kommentarer									

Korrekturlest: 04.06.2014
datoLBP
Sign.TL
Sign.

Vedleggstabell 2. Artsliste

ID: 10728 Versjonsnr: 003

**Vedlegg SF-SAM-505 Benthos
Artsliste****Uni Miljø - Sam Marin**

Ansvarsområde: Sam Marin / Rapportering / Rapportering /
Dok. kategori: Vedlegg **Sist endret:** 27.06.2014 (Øydis Alme)
Siste revisjon: Ikke satt **Neste revisjon:** Ikke satt
Godkjent: GODKJENT 27.06.2014 (Øydis Alme)



SAM-Marin
 Thormøhlensgate 55, 5008 Bergen
 Telefon: 55 58 43 41 Telefaks: 55 58 45 25



Oppdragsgiver (navn og adresse): Alsaker Fjordbruk AS, Alsaker Brygge, 5694
 Onarheim

Prosjekt nr.: 808102

Prøvetakingssted (område): Høgsfjorden, Sandnes kommune, Rogaland

Dato for prøvetaking: 27.3.2014

Ansvarlig for prøvetaking (firma): SAM-Marin

Avvik/forhold med mulig påvirkning på resultatet: Mollusca dårlig fiksert på stasjon
 Åd-02, 4. hugg

Artene er identifisert av: Tom Alvestad, Lenka Nealova, Per Johannessen

	Akkreditert	I henhold til standard	Evt. akkrediteringsnummer	Ikke akkreditert
Prøvetaking	<input checked="" type="checkbox"/>	ISO-16665	Test 157	<input type="checkbox"/>
Sortering	<input checked="" type="checkbox"/>	ISO-16665	Test 157	<input type="checkbox"/>
Identifisering	<input checked="" type="checkbox"/>	ISO-16665	Test 157	<input type="checkbox"/>

Opplysninger om merker i artslisten:

For hver stasjon er nr. på grabbhuggene angitt, og under hvert nummer de dyrene som ble funnet i prøvene.

- + i tabellen angir at det var dyr til stede i prøven, men at de ikke er kvantifisert.
- / i tabellen betyr en deling i voksne og unge individer (eksempel 4/2 betyr 4 voksne og 2 unge).
- cf. mellom slekts- og artsnavn betyr at slektsbestemmelsen er sikker, men at artsbestemmelsen er usikker.
- * ved arter eller grupper av arter angir arter eller grupper av arter som ikke er med i eventuelle analyser.
- * ved huggnummer angir at det er knyttet avvik til prøven

Andre opplysninger:

Tabellen starter på neste side og består av: 2 sider.

Artslisten skal ikke kopieres i ufullstendig form, uten skriftlig godkjennelse fra SAM.

Signatur: 
 Godkjent taksonom

Uni Research Miljø, SAM-Marin

s. 1/2	Stasjon Dato Dyp Hugg	Åd - 01	Åd - 01	Åd - 02	Åd - 02	Åd - 03	Åd - 03
		27.03.2014 195 m 1	27.03.2014 195 m 4	27.03.2014 195 m 1	27.03.2014 195 m 4*	27.03.2014 198 m 1	27.03.2014 198 m 3
* PORIFERA indet.		+					
* HYDROZOA indet.			+	+	+	+	+
ANTHOZOA							
Cerianthidae				1	1		
* NEMERTEA		1	8	3	3	4	3
* NEMATODA				5		2	1
POLYCHAETA							
<i>Pholoe baltica</i>			1				
<i>Pholoe pallida</i>		1		1			1
<i>Neoleanira tetragona</i>		1	2		1	2	
<i>Gyptis rosea</i>							1
<i>Glyphohesione klatti</i>			1				
<i>Exogone</i> sp.				1			
<i>Ceratocephale loveni</i>		3	2		2	2/1	3
<i>Nephtys incisa</i>							0/2
<i>Nephtys paradoxa</i>				3/1	4	1	1
<i>Nephtys hystericis</i>		0/1	0/1	2/2		2	
<i>Paramphinome jeffreysii</i>		1	3	7		3	8
Lumbrineridae			1	1		1	
<i>Phylo norvegicus</i>				1			
<i>Levinsenia gracilis</i>		2	2	7	3	10	3
<i>Prionospio fallax</i>			1				
<i>Prionospio dubia</i>		2	1	2		1	
Chaetopteridae						+	1
<i>Caulleriella killariensis</i>		1	3			2	1
<i>Chaetozone</i> sp.				1			
<i>Diplocirrus glaucus</i>			1	4	6	14	4
<i>Ophelina norvegica</i>		1					
<i>Heteromastus filiformis</i>		3	1	5			
<i>Pectinaria auricoma</i>			0/2		0/1		
<i>Pectinaria belgica</i>				1		1	
<i>Mugga wahrbergi</i>			5	3			1
<i>Amythasides macroglossus</i>					1		
<i>Sosanopsis wireni</i>				1		1	
<i>Amaeana trilobata</i>						1	
<i>Terebellides stroemii</i>			2	2		3	
SIPUNCULA							
Sipuncula indet.					1		
<i>Onchnesoma steenstrupii</i>			1	4	1	5	2
CRUSTACEA							
* <i>Calanus finmarchicus</i>				1	3	1	
* <i>Metridia longa</i>		4		1	1	1	3
<i>Eriopisa elongata</i>		1		1			4
<i>Diastylodes serratus</i>		1					2
* Tanaidacea				1			
MOLLUSCA							
<i>Haliella stenostoma</i>					1		
<i>Philine scabra</i>				0/1			

Uni Research Miljø, SAM-Marin

s. 2/2	Stasjon Dato Dyp Hugg	Åd - 01	Åd - 01	Åd - 02	Åd - 02	Åd - 03	Åd - 03
		27.03.2014 195 m 1	27.03.2014 195 m 4	27.03.2014 195 m 1	27.03.2014 195 m 4*	27.03.2014 198 m 1	27.03.2014 198 m 3
	<i>Nucula nucleus</i>						1
	<i>Nucula tumidula</i>	1/2	6/1	3/3	10/3	7/3	5/2
	<i>Yoldiella philippiana</i>	2/1	5/1	7/2	4/1		
	<i>Delectopecten vitreus</i>					2	0/4
	<i>Thyasira equalis</i>	7	20/4	28/9	9/1	5	10
	<i>Thyasira obsoleta</i>			0/1	1		1
	<i>Thyasira sarsii</i>			0/2		0/1	
	<i>Axinulus croulinensis</i>		1		1	1	2
	<i>Mendicula ferruginosa</i>		4	1	1	7/1	5
	<i>Adontorhina similis</i>	1	1	6	7	15	2
	<i>Tellimya ferruginosa</i>				2		
	<i>Montacuta substriata</i>			1			
	<i>Abra nitida</i>	3/2	8/1	11/2	4/2	0/1	4
	<i>Kelliella abyssicola</i>			1	2		1
	ECHINODERMATA						
	<i>Amphilepis norvegica</i>	0/2	1/2	2/3	0/1		1
	<i>Ophiura</i> sp.	0/1				0/2	
	* CHAETOGNATHA			1		1	

Vedleggstabell 3. Geometriske klasser

Tabellen angir antall arter i de ulike geometriske klassene.

Geometriske klasser	Åd-01	Åd-02	Åd-03
I	12	16	14
II	6	10	9
III	8	5	5
IV	3	5	4
V	1	2	3
VI	0	1	0
VII	0	0	0
VIII	0	0	0

Vedleggstabell 4. Analysebevis



Uni Research AS
HiB, Seksjon for anvendt miljøforskning (SAM)
5006 BERGEN
Attn: Uni Miljø

**Eurofins Environment Testing Norway AS
(Bergen)**

F. reg. 965 141 618 MVA
Box 75
NO-5841 Bergen

Tlf: +47 94 50 42 42

AR-14-MX-001196-01



EUNOBE-00010084

Prøvemottak: 09.04.2014
Temperatur:
Analyseperiode: 09.04.2014-23.04.2014
Referanse: 808102 / ref: 32/14

ANALYSERAPPORT

Test	Parameter	Resultat:	MU	Resultat	MU	Resultat	MU	Metode	LOQ
Fosfor (P)	Totalt fosfor (P)	a) 1200	mg/kg tv	a) 1200	mg/kg tv	a) 1100	mg/kg tv	NS EN ISO 17294-2	10
Kobber (Cu)		a) 26	mg/kg tv	a) 28	mg/kg tv	a) 26	mg/kg tv	NS EN ISO 17294-2	1
Sink (Zn)		a) 130	mg/kg tv	a) 130	mg/kg tv	a) 130	mg/kg tv	NS EN ISO 17294-2	1
Totalt organisk karbon		a) 33	mg/g tv	a) 33	% TS	a) 35	mg/g tv	EN 13137	0.1
Total tørrstoff		a) 30.2	% (w/w)	a) 27.9	% (w/w)	a) 16.2	% (w/w)	EN 14346	0.1

Utførende laboratorium/ Underleverandør:

a) DIN EN ISO/IEC 17025:2005 D-PL-14081-01-00, Eurofins Umwelt Ost GmbH (Freiberg), OT Tuttendorf, Gewerbepark "Schwarze Kiefern", D-09633, Halsbrücke

Bergen 23.04.2014

Kristine Fiane Johnsson

Laboratorieingeniør

Tegnforklaring:



* : (Ikke omfattet av akkrediteringen)

< :Mindre enn, > :Større enn, nd :Ikke påvist, MPN :Most Probable Number, cfu :Colony Forming Units, MU :Uncertainty of Measurement, LOQ :Kv

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).

Side 1 av 1

		Molab as, 8607 Mo i Rana Telefon: 404 84 100 Besøksadr. Mo i Rana: Mo Industripark Besøksadr. Oslo: Kjelsåsveien 174 Besøksadr. Glomfjord: Ørnesveien 3 Besøksadr. Porsgrunn: Herøya Forskningspark B92 Organisasjonsnr.: NO 953 018 144 MVA		
		RAPPORT Sedimentprøver		
Kunde: Uni Research AS Att: Trond E. Israelsen Felles fakturamottak Postboks 7800 5020 BERGEN		Ordre nr.: 54274	Antall sider + bilag: 2	
		Rapport referanse: KR-18756	Dato: 09.05.2014	
Rev. nr. 0	Kundens bestillingsnr./ ref.: 808102 / 19/14	Utført: Eli Ellingsen	Ansvarlig signatur: Eli Ellingsen	

Prøver mottatt dato: 27.03.2014

RESULTATER

Prøve merket:			Åd-01	Åd-02	Åd-03		
Parameter	Enhet	Ana.dato	KG-000486	KG-000487	KG-000488		
TOM (550 °C)	%	24.04.14	8,76	8,49	10,3		

Kornfordeling

Analysedato: 24.04.2014

Åd-01	KG-000486	F	Vekt (g)	Vekt (%)	Kum. Vekt(%)			
2000	-1	0,01	0,2	0,2	0,2	MdΦ	Silt og leire	88,4
1000	0	0,06	1,0	1,2	1,2	5,74	Sand	11,5
500	1	0,09	1,6	2,8	2,8		Grus	0,2
355	1,5	0,03	0,5	3,3	3,3	SdΦ		
250	2	0,08	1,4	4,7	4,7	1,63		
180	2,5	0,09	1,6	6,2	6,2			
125	3	0,07	1,2	7,5	7,5	SkΦ		
90	3,5	0,07	1,2	8,7	8,7	-0,14		
63	4	0,17	3,0	11,6	11,6			
<63	8	5,09	88,4	100,0	100,0	KΦ		
		5,76	100,0			1,03		

Prøveresultatene gjelder utelukkende de prøvede objekter. Selve rapporten representerer eller inneholder ingen produktgodkjennelse. Rapporteres i henhold Molabs standard leveringsbetingelser dersom ikke annet er avtalt. Se www.molab.no for disse betingelser.

Åd-02	KG-000487							
Diameter(µm)	F	Vekt (g)	Vekt (%)	Kum. Vekt(%)				
2000	-1	0,00	0,0	0,0	MdΦ	Silt og leire		94,0
1000	0	0,01	0,1	0,1	5,87	Sand		6,0
500	1	0,02	0,3	0,4		Grus		0,0
355	1,5	0,02	0,3	0,7	SdΦ			
250	2	0,02	0,3	0,9	1,34			
180	2,5	0,06	0,8	1,7				
125	3	0,09	1,2	2,9	SkΦ			
90	3,5	0,09	1,2	4,1	-0,03			
63	4	0,14	1,9	6,0				
<63	8	7,09	94,0	100,0	KΦ			
		7,54	100,0					0,78

Åd-03	KG-000488							
Diameter(µm)	F	Vekt (g)	Vekt (%)	Kum. Vekt(%)				
2000	-1	0,00	0,0	0,0	MdΦ	Silt og leire		95,4
1000	0	0,01	0,2	0,2	5,90	Sand		4,6
500	1	0,01	0,2	0,4		Grus		0,0
355	1,5	0,00	0,0	0,4	SdΦ			
250	2	0,02	0,4	0,8	1,29			
180	2,5	0,03	0,6	1,5				
125	3	0,02	0,4	1,9	SkΦ			
90	3,5	0,05	1,1	3,0	0,00			
63	4	0,08	1,7	4,6				
<63	8	4,52	95,4	100,0	KΦ			
		4,74	100,0					0,74

ANALYSEINFORMASJON

Parameter	Metode/Analyseteknikk	Akkrediterings-status	Relativ usikkerhet (%)	Deteksjons-grense	Enhet
TOM (550 °C)	NS-4764	A	20	0,30	%
Kornfordeling	Intern metode	A	20	-	%

A = Akkreditert prøving. Dersom ikke annet er oppgitt angis usikkerheten med 95 % konfidensnivå.

ANMERKNINGER

Prøveresultatene gjelder utelukkende de prøvede objekter. Selve rapporten representerer eller inneholder ingen produktgodkjennelse. Rapporteres i henhold Molabs standard leveringsbetingelser dersom ikke annet er avtalt. Se www.molab.no for disse betingelser.

Vedleggstabell 5. CTD Data

Tabellen viser hydrografiske profilmålinger ved fjernsonen (Åd-03) med parametere salinitet (S), temperatur (T), oksygen (O₂) og fluorescens (F) og tetthet (σT).

Dyp (m)	S (psu)	T (°C)	O ₂ (%)	O ₂ (mg/l)	O ₂ (ml/l)	F (µg/l)	σT
1	18,84	4,93	98,18	11,10	7,82	0,11	14,90
2	21,35	5,05	97,41	10,80	7,61	0,21	16,88
3	25,99	5,23	97,65	10,45	7,36	0,49	20,53
5	28,82	5,53	98,04	10,22	7,20	0,57	22,75
7	29,47	5,62	98,43	10,20	7,18	0,54	23,27
10	30,20	5,71	97,71	10,06	7,08	0,48	23,84
15	32,50	6,34	97,67	9,75	6,87	0,13	25,61
20	33,61	7,50	94,73	9,13	6,43	0,08	26,35
25	33,88	7,63	88,87	8,53	6,01	0,05	26,57
30	34,03	7,70	85,94	8,23	5,80	0,04	26,69
40	34,13	7,49	84,98	8,17	5,75	0,04	26,85
50	34,17	7,17	85,75	8,30	5,85	0,06	26,97
60	34,18	7,07	88,93	8,63	6,08	0,03	27,04
70	34,23	7,02	91,00	8,84	6,23	0,03	27,13
80	34,27	7,07	90,75	8,80	6,20	0,03	27,20
90	34,33	7,19	90,13	8,71	6,13	0,04	27,28
100	34,40	7,24	87,87	8,48	5,97	0,03	27,37
125	34,61	7,61	80,01	7,65	5,39	0,03	27,59
150	34,71	7,55	70,54	6,75	4,75	0,03	27,80
175	34,73	7,47	67,48	6,46	4,55	0,04	27,94
200	34,73	7,42	66,94	6,42	4,52	0,04	28,06